



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

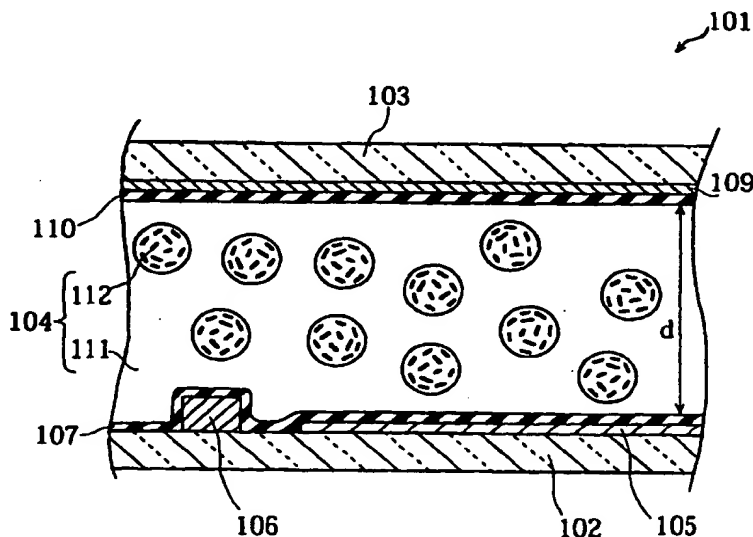
(51) 国際特許分類6 <b>G02F 1/1333, 1/610, 1/1335, 1/133, 1/505</b>		A1	(11) 国際公開番号 <b>WO00/07065</b>
			(43) 国際公開日 2000年2月10日(10.02.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/04064		(22) 国際出願日 1999年7月29日(29.07.99)	
(30) 優先権データ			
特願平10/214229	1998年7月29日(29.07.98)	JP	井上一生(INOUE, Kazuo)[JP/JP]
特願平10/216712	1998年7月31日(31.07.98)	JP	〒573-0013 大阪府枚方市星ヶ丘4-5-8-306 Osaka, (JP)
特願平10/290248	1998年10月13日(13.10.98)	JP	西山誠司(NISHIYAMA, Seiji)[JP/JP]
特願平11/152710	1999年5月31日(31.05.99)	JP	〒569-0055 大阪府高槻市西冠1-4-14 Osaka, (JP)
特願平11/212718	1999年7月27日(27.07.99)	JP	古佐小慎也(KOSAKO, Shinya)[JP/JP]
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)		JP	〒571-0063 大阪府門真市常称寺町16-1-1317 Osaka, (JP)
松下電器産業株式会社		JP	上村 強(UEMURA, Tsuyoshi)[JP/JP]
(MATSUBITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD)[JP/JP]		JP	〒571-0063 大阪府門真市常称寺町16-3-321 Osaka, (JP)
〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka, (JP)		JP	倉増敬三郎(KURAMASU, Keizaburo)[JP/JP]
(72) 発明者 ; および		JP	〒610-0357 京都府京田辺市大住ヶ丘3-12-2 Kyoto, (JP)
(75) 発明者 / 出願人 (米国についてののみ)		(74) 代理人	
中尾健次(NAKAO, Kenji)[JP/JP]		大前 要(OHMAE, Kaname)	
〒535-0031 大阪府大阪市旭区高殿3-27-1-505 Osaka, (JP)		〒540-0037 大阪府大阪市中央区内平野町2-3-14	
久保田浩史(KUBOTA, Hirofumi)[JP/JP]		ライオンズビル大手前2階 Osaka, (JP)	
〒544-0034 大阪府大阪市生野区桃谷3-22-11-202 Osaka, (JP)		(81) 指定国 CN, KR, US	
		添付公開書類 国際調査報告書 補正書	

(54) Title: SCATTERING DISPLAY AND METHOD FOR DRIVING THE SAME

(54) 発明の名称 散乱型表示素子とその駆動方法

(57) Abstract

A reflection or transmission dispersed-polymer liquid crystal display having a high luminance, a high contrast, and an excellent display quality and including a dispersed-polymer liquid crystal layer (104) in which liquid crystal particles (112) are dispersed in a polymer (111) and a reflection pixel electrode (105), wherein the scattering gain SG fulfills the inequalities  $50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$  where  $d$  ( $\mu\text{m}$ ) is the thickness of the dispersed-polymer liquid crystal layer (104). Projecting portions are formed like stripes vertically when assembled in a display screen on a reflecting sheet and have radii of curvature in the horizontal direction larger than those in the vertical direction. Therefore, incident light is reflected to some extent and scattered anisotropically in such a way that the degree of scattering in the horizontal direction is higher than that in the vertical direction. The voltage-luminance characteristic is that as the voltage applied to the liquid crystal layer increases from 0 V, the level of luminance increases from the initial level, reaches the peak value when the voltage is  $V_p$ , and decreases to about 0 V toward a voltage value  $V_2$ . The range from  $V_p$  to  $V_2$  is made a driving voltage range.



(57)要約

高輝度と高コントラストを実現し、表示品位に優れた反射型または透過型の高分子分散型液晶表示素子を提供するために、高分子 1 1 1 中に液晶滴 1 1 2 が分散された高分子分散型液晶層 1 0 4 と反射画素電極 1 0 5 を有する反射型の高分子分散型液晶表示素子において、高分子分散型液晶層 1 0 4 の厚みを  $d$  ( $\mu\text{m}$ )、散乱ゲインを  $SG$  とした場合に、 $50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$  が成立つ。

また、反射板の表面には、表示画面における上下方向に長い略ストライプ状で、左右方向の曲率が上下方向の曲率よりも大きい凸部が形成されている。すなわち、入射光がある程度乱反射され、かつ、散乱程度が上下方向よりも左右方向に大きくなるように、異方性を有して散乱されるようになっている。

また、液晶層への印加電圧が 0 V から上昇するに連れて輝度レベルが初期レベルから一旦上昇して電圧値  $V_p$  のときにピーク値に達し、その後は電圧値  $V_2$  に向けて略 0 レベルまで下降していくような電圧-輝度特性を有する。そして、上記  $V_p$  と  $V_2$  との範囲を駆動電圧範囲とする。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦  
AL アルバニア  
AM アルメニア  
AT オーストリア  
AU オーストラリア  
AZ アゼルバイジャン  
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ  
BB バルバドス  
BE ベルギー  
BF ブルキナ・ファソ  
BG ブルガリア  
BJ ベナン  
BR ブラジル  
BY ベラルーシ  
CA カナダ  
CF 中央アフリカ  
CG コンゴ  
CH スイス  
CI コートジボアール  
CM カメルーン  
CN 中国  
CR コスタ・リカ  
CU キューバ  
CY キプロス  
CZ チェッコ  
DE ドイツ  
DK デンマーク

DM ドミニカ  
EE エストニア  
ES スペイン  
FI フィンランド  
FR フランス  
GA ガボン  
GB 英国  
GD グレナダ  
GE グルジア  
GH ガーナ  
GN ガンビア  
GW ギニア・ビサウ  
GR ギリシャ  
HR クロアチア  
HU ハンガリー  
ID インドネシア  
IE アイルランド  
IL イスラエル  
IN インド  
IS アイスランド  
IT イタリア  
JP 日本  
KE ケニア  
KG キルギスタン  
KP 北朝鮮  
KR 韓国

KZ カザフスタン  
LC セントルシア  
LI セリヒテンシュタイン  
LK スリ・ランカ  
LR リベリア  
LS レソト  
LT リトアニア  
LU ルクセンブルグ  
LV ラトヴィア  
MA モロッコ  
MC モナコ  
MD モルドヴァ  
MG マダガスカル  
MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国  
ML マリ  
MN モンゴル  
MR モーリタニア  
MW マラウイ  
MX メキシコ  
NE ニジェール  
NL オランダ  
NO ノルウェー  
NZ ニュージーランド  
PL ポーランド  
PT ポルトガル  
RO ルーマニア

RU ロシア  
SE スウェーデン  
SG シンガポール  
SI スロヴェニア  
SK スロヴァキア  
SL シエラ・レオネ  
SN セネガル  
SZ スワジランド  
TD チャード  
TG トーゴ  
TJ タジキスタン  
TM タンザニア  
TN トンクメニスタン  
TR トルコ  
TT トリニダード・トバゴ  
UA ウクライナ  
UG ウガンダ  
US 米国  
UZ ウズベキスタン  
VN ヴイエトナム  
YU ユーゴスラビア共和国  
ZA 南アフリカ共和国  
ZW ジンバブエ

## 明 細 書

散乱型表示素子とその駆動方法

5

## 技 術 分 野

10 本発明は、携帯情報端末や、携帯ゲーム機器等に用いられ、入射した光を散乱させたり透過させたりすることによって画像を表示する散乱型表示素子、特に、高分子分散型液晶層を有し、外光を主な光源とする反射型の光散乱型液晶表示素子およびその製造方法に関するものである。

15

## 背 景 技 術

従来より、ツイストネマティック（TN）型の液晶表示素子が多く用いられている。この表示素子は、液晶層と偏光板とを備え、液晶層を介して光の偏光方向を変化させ、偏光板を透過する光を制御することによって画像を表示するようになっている。このため、明表示（白表示）の場合でも、偏光板の偏光軸に一致する成分の光しか透過せず、特に、反射板を備えて外光を光源とする反射型の液晶表示素子において明るい表示を行わせることが困難であるという欠点

20

25

点を有している。この欠点を改善するために、例えば特開昭61-

2 7 0 7 3 1 号公報や、特開平 7 - 1 8 1 4 8 1 号公報、特開平 9  
- 8 0 4 2 6 号公報、特開平 1 0 - 2 3 2 3 9 5 号公報などに開示  
されているように、外光の多くの反射光が主要観察方向（視認方  
向）に向くようにしたものが知られている。具体的には、例えば図  
5 6 4 に示すような横方向のストライプ状や、扇形状、真円状などの  
微小突起 2 1 1 a を反射板 2 1 1 に形成したり、図 6 5 に示すよう  
に反射板 2 1 2 の断面形状を鋸刃状にしたり、また、反射面を粗面  
にしたりして、表示画面の斜め上方などから入射した光が正面方向  
（視認方向）に多く向くようになっている。しかし、このような反  
10 射板を用いても、偏光板によって光が吸収される点は同じであり、  
輝度を大幅に増大させることは困難である。

一方、近年、偏光板を必要としない表示素子として、ポリマーネ  
ットワーク型液晶表示素子や、高分子分散型液晶表示素子などの光  
散乱型液晶表示素子が開発されている。この種の表示素子は、例え  
15 ば「フラットパネルディスプレイ' 9 1」（日経 B P 社 2 2 1  
頁）や「S. Shikama et.al, Society for information Display' 95, P  
a G e pp. 231-234」に示されるように、1 対の基板間に高分子と液  
晶の複合体層が設けられて構成されている。上記 1 対の基板にはそ  
れぞれ電極が設けられ、これらの電極への電圧印加の有無に応じ  
20 て、上記複合体層が光の散乱状態または透過状態に切り替わるよう  
になっている。そこで、例えば特開平 7 - 1 0 4 2 5 0 号公報や特  
開平 8 - 4 3 8 4 9 号公報に直視型ディスプレイの例が開示されて  
いるように、上記基板対の背面側に黒色体を設け、上記複合体層が  
透明状態になったときに、入射した外光が複合体層を透過して上記  
25 黒色体に吸収され、暗表示（黒表示）が行われる一方、上記複合体  
層が散乱状態になったときに、入射した外光が散乱され、どの方向



から見ても白濁して見える明表示が行われるようになっている。すなわち、明表示が行われる際には、表示素子の表面側に向けて散乱された光が、前記偏光板などに吸収されることなく視野に入るために、比較的高輝度な表示が行われる。また、特開平 9 - 9 0 3 5 2 号公報には、反射板として、 $42 \sim 70^\circ$  の傾斜面を有する三角柱状の突起における上記傾斜面のみに反射膜を付着させ、暗表示時には入射光を反射板の裏面側に回り込ませるようにしてコントラストの向上を図ったものが開示されている。

また、さらに輝度の増大を図ったものとしては、「S I D ダイジェスト」(The Society for Information Display 刊 1997 年: 1023 頁、1998 年: 758 ~ 761 頁) に記載された I R I S (Internal Reflection Inverted Scattering) などと称される散乱型表示素子が知られている。この表示素子は、図 6 6

(a) に示すように、複合体層 2 1 3 の裏面側に上記黒色体に代えて反射板 2 1 4 が設けられたもので、複合体層 2 1 3 の裏面側に向けて散乱された光も反射板 2 1 4 で反射されて表面側に向けられることにより、より高輝度な表示が行われるようになっている。上記反射板 2 1 4 の表面は、鏡面に形成されている。また、表示画面の上下左右に対して等方的な凹凸が形成された反射板を備えたものも考えられる。

しかしながら、上記のような散乱型液晶表示素子では、散乱状態のときの散乱程度を大きくして輝度を高くするとともに、透過状態のときの透過率を高めるなどして、高輝度、かつ、高コントラストで階調反転が生じることもない画像を表示させることが困難であるという問題点を有していた。この問題点の解決を図ったものとしては、例えば特開平 7 - 4 9 5 0 号公報に開示されているように、反

射板を鏡面とし、液晶と複屈折を有する高分子とがパネル内部で互いに配向したりバースモードの高分子分散層を用いたものが知られている。しかし、この表示素子では、液晶分率がかなり大きい  
5 ため、高分子のネットワーク構造が脆弱でヒステリシス等の表示不良が  
5 起こりやすいという欠点を有していた。

また、散乱型表示素子では、コントラストの低下や階調反転は、いわゆる外光の映り込みによっても生じやすくなる。具体的には、上記のような反射板 2 1 4 を備えた散乱型表示素子は、明表示時の  
10 輝度は高くなるものの、暗表示時に、表示画像を見る方向によっては外光の反射光が視野に入り、表示画像の階調が反転するという問題点を有していた。すなわち、暗表示時には、複合体層 2 1 3 が透過状態になるので、図 6 6 (b) に示すように、複合体層 2 1 3 に  
15 入射した外光がそのまま複合体層 2 1 3 を透過し、反射板 2 1 4 に反射された後、再度複合体層 2 1 3 を透過して出射する。このため、同図に概ね矢印 A で示す方向から見たときに、外光の反射光がそのまま視野に入ってしまう、明表示の場合よりも明るく見えるために、階調反転が生じる。なお、他の方向（例えば矢印 B で示す方向）から見た場合には、上記のような反射光が視野に入らないため  
20 に、適正な暗表示が得られる。

ここで、例えば図 6 7 に示すように、表示素子 2 1 5 を斜めに立てた状態で用いる場合の外光の入射方向や、画像を見る方向などの関係について、図 6 8 に基づいてより詳しく説明する。図 6 8 は、外光の入射方向等を表すもので、原点 O からの方向によって入射方向等を表示画面に投影した方向を表し（例えば同図の矢印 M）、  
25 原点 O からの距離によって入射方向等と表示画面の法線とがなす角度

を表した（例えば同図の角度  $L$  また又は距離  $L$ ）ものである。同図に示すように、多くの場合、外光（光源光）は同図に位置  $P$  で示す方向（表示画面の斜め前方）から照射され、表示画像は、領域  $Q$  で示す方向（表示画面の垂直方向から斜め手前左右に広がる方向）から視認される。一方、外光の反射光は、原点  $O$  に対して上記位置  $P$  と対称な位置  $R$  で示す方向に出射する。そこで、視認範囲の一部において、または上記領域  $Q$  を多少越える範囲から視認した場合には、外光の反射光が視野に入り、階調反転が生じることになる。

上記のような欠点を軽減する技術としては、例えば「International Display Research Conference 1997」（The Society for Information Display 刊 255頁）に記載されているように、複合体層の表面側に回折格子フィルムを設けるものが知られている。すなわち、回折格子フィルムによって外光をある程度散乱させ（ぼかし）、その明るさを低減させることにより、反射光の影響を軽減するようになっている。

しかし、上記のような回折格子フィルムを設けた場合でも、外光の反射光量が多いと、やはり階調反転やコントラストの低下を生じ、これを確実に防止することは困難である。

しかも、上記のように外光をぼかすと、図68に領域  $R'$  で示すように、外光が視野に入る範囲が広がるため、広い視認範囲でコントラストの低下等を招くことになる。

また、上記のように外光をある程度散乱させるためには、反射板等に散乱性を持たせることも考えられるが、そのような反射板等を製造することは、超精密加工した金型を必要とするなど比較的困難であり、製造コストの増大を招く虞がある。

さらに、本発明者は、従来の散乱型液晶表示素子において、輝度  
やコントラストの低下、階調反転が液晶表示素子の駆動条件によっ  
て生じることを見出した。すなわち、上記のような従来例では、初  
期の散乱状態での明るさが決まるため、明るい表示が得られないと  
5 いう問題や、中間調表示を行う場合に階調反転が生じるという問題  
があったが、これらの問題点は、散乱型液晶表示装置において、本  
質的なものではなく、むしろ輝度－電圧特性の認識に誤りがあった  
ことに起因していることが、本発明者の実験結果により判明した。  
即ち、例えばノーマリホワイトの場合を例として挙げると、この場  
10 合の輝度－電圧特性は、従来、一般的には、図 6 9 に示すように、  
電圧無印加時において輝度が最大レベルであり、電圧印加時には 0  
V から電圧が僅かに上昇する範囲までは輝度が上記の最大レベルを  
維持し、それ以降の電圧上昇により輝度レベルは急激に低下してい  
き、略 0 レベルに達するものと考えられていた。しかし、本発明者  
15 の実験結果によれば、実際の電圧－輝度特性は図 6 9 に示す特性で  
はなく、図 5 1 に示すように電圧印加により輝度レベルにピーク値  
が存在するような特性であることが判明した。よって、従来例の散  
乱モードの液晶表示装置では、実際の電圧－輝度特性とは異なる電  
圧－輝度特性に基づいて、表示を行なっていたため、十分な輝度が  
20 得られず、また、階調反転が生じていたものと考えられる。そこ  
で、本発明者は、図 5 1 に示す電圧－輝度特性に基づいて表示を行  
なうことにより、上記の課題を解決することができる液晶表示装置  
を発明するに至った。

本発明は、上記の点に鑑み、明表示時の輝度の増大および暗表示時の輝度の低減を図るとともに、外光の反射光による影響を排除または大幅に軽減し、高輝度、かつ階調反転やコントラストの低下を生じにくくすることで、視認性に優れた散乱型表示素子を実現するとともに、そのような散乱型表示素子等の製造コストを容易に低減できる製造方法の提供を目的としている。

本発明者は、上記目的を達成すべく、鋭意研究開発した結果、ノーマリホワイトモードの反射型の高分子分散型液晶表示素子の電圧・反射率特性においてピーク値が存在することを見出した（図3参照）。従って、このピーク値を白輝度とすることで、高輝度化と高コントラスト化を図ることができる。

更に、このピーク値が高分子分散型液晶層の散乱ゲインと相関関係にあり、より大きなピーク値を得るためには最適な散乱ゲインの範囲があることを見出した（図5参照）。更に、散乱ゲインはパネルギャップ、液晶滴の粒径、及び液晶の屈折率異方性の大きさにより決定されるものであるから、これらパネルギャップ、液晶滴の粒径、及び液晶の屈折率異方性についても最適値が存在することが認められる。そこで、最適な散乱ゲインの範囲を得るためのパネルギャップ、液晶滴の粒径、及び液晶の屈折率異方性の範囲を見出した。

本発明は、上記の現象及び事実に基づき完成したものである。具体的な構成は、以下の通りである。

請求項1の発明は、一対の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一対の基板のうち一方の

基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

前記高分子分散型液晶層の厚みに応じて、前記高分子分散型液晶  
5 層の散乱ゲインが設定されていることを特徴とする。

また、請求項2の発明は、前記散乱ゲインが、前記高分子分散型液晶層を透過型パネルに形成した場合の透過光に対する散乱ゲインであることを特徴とする。

また、請求項3の発明は、前記高分子分散型液晶層の厚み $d$ が、  
10  $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

また、請求項4の発明は、前記高分子分散型液晶層の厚みに応じて、前記高分子分散型液晶層における液晶滴の粒径が設定されていることを特徴とする。

また、請求項5の発明は、一对の基板間に、高分子中に液晶滴が  
15 分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

前記高分子分散型液晶層に含まれる液晶の屈折率異方性の大きさに  
20 応じて、前記高分子分散型液晶層の散乱ゲインが設定されていることを特徴とする。

また、請求項6の発明は、前記液晶の屈折率異方性の大きさに応じて、前記高分子分散型液晶層における液晶滴の粒径が設定されていることを特徴とする。

また、請求項7の発明は、一对の基板間に、高分子中に液晶滴が  
25 分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうち

一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

5 前記高分子分散型液晶層の厚みと、前記高分子分散型液晶層に含まれる液晶の屈折率異方性の大きさに応じて、前記高分子分散型液晶層の散乱ゲインが設定されていることを特徴とする。

また、請求項 8 の発明は、一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうちの一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界  
10 を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

前記高分子分散型液晶層の厚みを  $d$  ( $\mu\text{m}$ )、前記高分子分散型液晶層の散乱ゲインを  $SG$  とした場合に、

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

15

が成立つことを特徴とする。

また、請求項 9 の発明は、前記散乱ゲインが、前記高分子分散型液晶層を透過型パネルに形成した場合の透過光に対する散乱ゲインであることを特徴とする。

20 また、請求項 10 の発明は、前記高分子分散型液晶層の厚み  $d$  が、 $3 \mu\text{m}$  以上、 $8 \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする。

また、請求項 11 の発明は、前記液晶層の散乱ゲインが、10 以上、200 以下であることを特徴とする。

また、請求項 12 の発明は、前記液晶層の散乱ゲインが、液晶表示装置の使用温度範囲内で、10 以上、200 以下であることを特徴とする。  
25

また、請求項 13 の発明は、一対の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一対の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示  
5   を行なう反射型液晶表示素子において、

前記高分子分散型液晶層の厚みを  $d$  ( $\mu\text{m}$ )、前記高分子分散型液晶層の散乱ゲインを  $SG$  とした場合に、

$$50 \exp(-1.6 \Delta n \cdot d) < SG < 360 \exp(-1.88 \Delta n \cdot d)$$

10   が成立つことを特徴とする。

また、請求項 14 の発明は、前記散乱ゲインが、前記高分子分散型液晶層を透過型パネルに形成した場合の透過光に対する散乱ゲインであることを特徴とする。

また、請求項 15 の発明は、前記高分子分散型液晶層の厚み  $d$   
15   が、 $3 \mu\text{m}$  以上、 $8 \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする。

また、請求項 16 の発明は、前記液晶層の散乱ゲインが、10 以上、200 以下であることを特徴とする。

また、請求項 17 の発明は、前記液晶層の散乱ゲインが、液晶表示装置の使用温度範囲内で、10 以上、200 以下であることを特  
20   徴とする。

散乱ゲインとコントラストとの間には、図 5 に示す相関関係がある。この図 5 から明らかなように高分子分散型液晶層の厚み（パネルギャップに相当する。） $d$  毎に、最大コントラストとなる散乱ゲインが存在する。そこで、図 5 において、最大コントラストの 7  
25   0% 以上の範囲を設定範囲とした場合に、図 6 に示すパネルギャッ



ブ d と散乱ゲインとの関係が得られる。図 6 において、ライン P 1 は散乱ゲインの許容範囲の上限を示し、ライン P 3 は散乱ゲインの許容範囲の下限を示している。よって、このライン P 1 とライン P 3 との範囲内で散乱ゲインを設定すれば、最大コントラストの 70 % 以上のコントラストが得られることになる。ここで、ライン P 1 は  $SG = 360 \exp(-0.47d)$  であり、ライン P 3 は  $SG = 50 \exp(-0.4d)$  である。よって、高分子分散型液晶層の散乱ゲイン SG が、

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

を満たすように作製しておけば、最大コントラストの 70 % 以上のコントラストが得られ、高輝度及び高コントラストの反射型の高分子分散型液晶表示素子が実現される。

尚、「反射層」は、反射性を有する金属から成る反射画素電極により反射層と電極を兼用した構成であってもよく、また、画素電極として透明電極を使用し、反射層は別途基板に形成するようにしてもよい。

また、高分子分散型液晶層の厚み d を規制するのは、以下の理由による。厚み d が 3  $\mu$ m 未満であれば、均一に作ることが困難であり、厚み d が 8  $\mu$ m を超えると駆動電圧が大き過ぎることになるからである。

また、請求項 18 の発明は、一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうちの一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表

示を行なう反射型液晶表示素子において、

液晶の複屈折率と高分子分散型液晶層の厚みの積が、 $0.6\mu\text{m}$ 以上、 $2.2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

- 5 散乱ゲインは、高分子分散型液晶層の厚み  $d$ 、液晶の複屈折率の大きさ  $\Delta n$ 、及び液晶滴の粒径等により決定される。本発明者の実験結果によれば、 $\Delta n d$  とコントラストとの間には、図 8 に示す相関関係があることが認められた。この図 8 により、コントラスト 30 以上を設定範囲すると、 $\Delta n d$  は  $0.6\mu\text{m}$  以上、 $2.2\mu\text{m}$  以下  
10 下の範囲となる。従来の反射型液晶表示素子のコントラストは 10 程度であるため、コントラスト 30 以上を設定範囲とすれば、従来例に比べて格段に高コントラスト化が図れる。

- また、請求項 19 の発明は、前記液晶滴の粒径が、 $0.7\mu\text{m}$  以上、 $2\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする。  
15

また、請求項 20 の発明は、前記液晶の複屈折率が、 $0.15$  以上、 $0.27$  以下であることを特徴とする。

また、請求項 21 の発明は、前記高分子分散型液晶層の厚みが、 $3\mu\text{m}$  以上、 $8\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする。

- 20 また、請求項 22 の発明は、一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうちの一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

- 25 前記液晶滴のうち一对の基板界面近傍に存在する液晶滴が、基板に大円を接するほぼ半球状に形成され、かつ、前記半球状の液晶滴

内部の液晶が基板と平行な方向にほぼ一様に配向していることを特徴とする。

5 基板界面の液晶滴内部の液晶分子が、基板に平行な方向にほぼ一様に配列しているので、界面層での散乱が低減し、散乱ゲインが大きくなる。よって、この半球状の大きさを調整することにより、散乱ゲインを最適に値に制御することができる。即ち、基板界面の液晶を同一の方向に配向させることで、液晶組成、液晶滴の粒径等を変えずにパネルの散乱ゲインを最適範囲に調整することが可能となる。  
10

また、請求項 2 3 の発明は、前記一对の基板のうち一方の基板界面に形成された前記半球状の液晶滴内部の液晶の配向方位と、前記一对の基板のうちの他方の基板界面に形成された前記半球状の液晶滴内部の液晶の配向方位とは、互いにほぼ平行であることを特徴とする。  
15

上記構成により、一对の基板界面間での散乱ゲインが更に低減する作用がある。  
20

また、請求項 2 4 の発明は、前記高分子分散型液晶層の厚みが、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

高分子分散型液晶層の厚みを規制するのは、上記請求項 3 記載の発明において説明したのと同様の理由による。  
25

また、請求項 25 の発明は、一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記一方の基板または他方の基板の何れか一方に RGB カラーフィルタが形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

前記高分子分散型液晶層の厚みを  $d$  ( $\mu\text{m}$ )、前記高分子分散型液晶層の緑色光に対する散乱ゲインのうち赤色画素領域の散乱ゲインを  $SGr$ 、緑色画素領域の散乱ゲインを  $SGg$ 、青色画素領域の散乱ゲインを  $SGb$  とした場合に、

緑色画素領域では、

$$50 \exp(-0.4d) < SGg < 360 \exp(-0.47d)$$

が成り立ち、

青色画素領域では、

$$50 \exp(-0.4d) < SGb < 360 \exp(-0.47d)$$

が成り立ち、

赤色画素領域では、

$$40 \exp(-0.3d) < SGr < 650 \exp(-0.4d)$$

が成立つことを特徴とする。

RGB カラーフィルタを用いるとフルカラー表示が可能となる。  
このとき、高分子分散型液晶層の散乱特性は RGB の波長で異なるため、高コントラストを得るための最適な散乱ゲインの範囲は RG

Bで異なる。我々は、実験結果から前記高分子分散型液晶層の厚みを $d$  ( $\mu\text{m}$ )、前記高分子分散型液晶層の緑色光に対する散乱ゲインのうち赤色画素領域の散乱ゲインを $SG_r$ 、緑色画素領域の散乱ゲインを $SG_g$ 、青色画素領域の散乱ゲインを $SG_b$ とした場合  
5 に、各 $SG_r$ 、 $SG_g$ 、 $SG_b$ を、上記範囲とすることで高コントラスト化が達成できることを見出した。なお、 $SG_r$ 、 $SG_g$ 、 $SG_b$ を、上記範囲とすることで高コントラスト化が達成できる理由は、請求項1記載の発明において説明したことと基本的には同じ原理による。

10

また、請求項26の発明は、前記赤色画素領域の層厚を $d_R$ 、前記緑色画素領域の層厚を $d_G$ 、前記青色画素領域の層厚を $d_B$ としたときに、 $d_R > d_G > d_B$ であることを特徴とする。

15 上記構成により、製造の容易な液晶表示素子を構成できる。

また、請求項27の発明は、前記赤色画素領域の液晶滴の粒径を $r_R$ 、前記緑色画素領域の液晶滴の粒径を $r_G$ 、前記青色画素領域の液晶滴の粒径を $r_B$ としたときに、 $r_R > r_G > r_B$ であることを  
20 を特徴とする。

上記構成により、高コントラストの表示に加えて、RGBの各画素間でほぼ均一な表示コントラストが得られることになる。

25 また、請求項28の発明は、前記カラーフィルタが前記反射層上に形成され、前記高分子分散型液晶層が前記カラーフィルタ上に形

成されたことを特徴とする。

また、請求項 29 の発明は、所定の観察方向から観察した場合に、液晶層の散乱状態と透過状態との変化過程に輝度レベルにピーク値が存在するような輝度－電圧特性を有し、

- 5 前記輝度－電圧特性における輝度レベルがピーク値となる電圧値と、輝度レベルが略 0 レベルとなる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする。

- また、請求項 30 の発明は、所定の観察方向から観察した場合に、液晶層の散乱状態と透過状態との変化過程に輝度レベルにピーク値が存在するような輝度－電圧特性を有し、
- 10

前記輝度－電圧特性における輝度レベルがピーク値となる電圧値と、輝度レベルが略 0 レベルとなる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする。

- また、請求項 31 の発明は、前記観察方向が、液晶層の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される光の出射方向と異なる方向に設定されていることを特徴とする。
- 15

また、請求項 32 の発明は、前記観察方向が、液晶層の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される光の出射方向と異なる方向に設定されていることを特徴とする。

20

また、上記の目的を達成するため、請求項 33 の発明は、入射した光を散乱させる散乱状態と透過させる透過状態とに切り替わる散乱透過手段と、

- 上記散乱透過手段の表示面側から入射し、背面側に散乱された光、および上記散乱透過手段を透過した光を反射する反射手段とを備えた散乱型表示素子において、
- 25

上記散乱透過手段が透過状態の場合に、散乱型表示素子に入射した光を、異方性を有する範囲の方向に散乱させて出射させる異方性散乱手段を備えたことを特徴とする。

5 また、請求項 34 の発明は、請求項 33 の散乱型表示素子であって、上記異方性散乱手段は、散乱型表示素子に入射した光を、表示画面における上下方向よりも左右方向の方が広い範囲の方向に散乱させて出射させるように構成されていることを特徴とする。

10 また、請求項 35 の発明は、請求項 33 の散乱型表示素子であって、上記異方性散乱手段は、上記反射手段により構成されていることを特徴とする。

また、請求項 36 の発明は、請求項 35 の散乱型表示素子であって、上記異方性散乱手段は、上記反射手段の表面に、表示画面における左右方向の曲率が上下方向の曲率よりも大きい凸部が形成されることにより構成されていることを特徴とする。

15 また、請求項 37 の発明は、請求項 33 の散乱型表示素子であって、上記異方性散乱手段は、入射した光を異方性を有する範囲の方向に散乱させて透過させる異方性透過手段により構成されていることを特徴とする。

20 また、請求項 38 の発明は、請求項 37 の散乱型表示素子であって、上記異方性透過手段は、その表面に、表示画面における左右方向の曲率が上下方向の曲率よりも大きい凸部が形成されていることを特徴とする。

25 また、請求項 39 の発明は、請求項 38 の散乱型表示素子であって、上記異方性透過手段は、レンズシートフィルムであることを特徴とする。

また、請求項 40 の発明は、請求項 33 の散乱型表示素子であって

て、上記異方性散乱手段は、異方性を有する回折手段であることを特徴とする。

5      上記のように、散乱性に異方性を有する、例えば反射板やシートフィルムなどの反射手段や異方性透過手段を備えることにより、表示画面における上下方向よりも左右方向の方が広い範囲など、異方性を有する範囲の方向に、散乱型表示素子に入射した光が散乱されて出射するので、外光の反射特性を最適化し、反射光の輝度を減少させるとともに、視野に入りにくい方向に出射させて、輝度反転や  
10    コントラストの低下などの外光の反射光による影響を排除または大幅に軽減することができる。

また、請求項 4 1 の発明は、入射した光を散乱させる散乱状態と透過させる透過状態とに切り替わる散乱透過手段と、

15    上記散乱透過手段の表示面側から入射し、背面側に散乱された光、および上記散乱透過手段を透過した光を反射する反射手段とを備えた散乱型表示素子において、

上記散乱透過手段が透過状態の場合に、散乱型表示素子に入射した光を、その入射角と出射角の大きさが等しくない方向に出射させる出射角変更手段を備えたことを特徴とする。  
20

また、請求項 4 2 の発明は、請求項 4 1 散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、上記入射角よりも上記出射角の方が大きくなるように構成されていることを特徴とする。

また、請求項 4 3 の発明は、請求項 4 2 の散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、上記反射手段により構成されていることを特徴とする。  
25



また、請求項 4 4 の発明は、請求項 4 3 の散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、上記反射手段に、反射面の法線が表示面の法線に対して、表示画面における下方側に傾斜した領域が形成されることにより構成されていることを特徴とする。

- 5      また、請求項 4 5 の発明は、請求項 4 4 の散乱型表示素子であって、上記反射手段は、表示画面における上下方向の断面形状が鋸刃状部分を有する形状に形成されていることを特徴とする。

また、請求項 4 6 の発明は、請求項 4 5 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状部分を有する断面形状における傾斜面の表示面に対する傾斜角度が、5°以上、30°以下であることを特徴とする。

10

また、請求項 4 7 の発明は、請求項 4 6 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状部分を有する断面形状における傾斜面の表示画面方向に対する傾斜角度が、5°以上、15°以下であることを特徴とする。

- 15      また、請求項 4 8 の発明は、請求項 4 5 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状部分を有する断面形状が複数形成され、各断面形状のピッチが、5 μm 以上、100 μm 以下に設定されていることを特徴とする。

また、請求項 4 9 の発明は、請求項 4 5 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状部分を有する断面形状が複数形成され、各断面形状のピッチが複数種類に設定されていることを特徴とする。

20

また、請求項 5 0 の発明は、請求項 4 9 の散乱型表示素子であって、上記複数種類のピッチがランダムに配置されていることを特徴とする。

- 25      また、請求項 5 1 の発明は、請求項 4 5 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状を有する断面形状が複数形成され、各断面形状のピ

ッチが、 $5\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以下の範囲の複数種類のピッチに設定され、かつ、最大ピッチと最小ピッチとの差が、 $30\mu\text{m}$ 以下に設定されていることを特徴とする。

また、請求項52の発明は、請求項43の散乱型表示素子であって、上記反射手段は、表示画面における上下方向の断面形状において、反射面の法線が表示面の法線に対して、表示画面における下方側に傾斜し、かつ、表示画面における左右方向の断面形状が凸状である複数の凸部が形成されていることを特徴とする。

また、請求項53の発明は、請求項52の散乱型表示素子であって、上記凸部がランダムな位置に配置されて形成されていることを特徴とする。

また、請求項54の発明は、請求項42の散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、入射した光を屈折させて透過させる屈折透過手段により構成されていることを特徴とする。

また、請求項55の発明は、請求項54の散乱型表示素子であって、上記屈折透過手段は、厚さが表示画面における上方側の位置よりも下方側の位置のほうが厚い領域が形成されていることを特徴とする。

また、請求項56の発明は、請求項55の散乱型表示素子であって、上記屈折透過手段は、表示画面における上下方向の断面形状が、複数の半凸レンズ状またはプリズム状に形成されていることを特徴とする。

また、請求項57の発明は、請求項41の散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、散乱型表示素子に入射した光を、ほぼその入射方向に向けて出射させるように構成されていることを特徴とする。

また、請求項 58 の発明は、請求項 57 の散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、上記反射手段がリトロリフレクタ状に形成されることにより構成されていることを特徴とする。

また、請求項 59 の発明は、請求項 43 の散乱型表示素子であって、

上記出射角変更手段を構成する上記反射手段は、反射性フィルム基板であるとともに、

上記散乱透過手段は、上記反射性フィルム基板と、透明画素電極が形成され、上記反射性フィルム基板と所定の間隙を空けて設けられたアレイ基板との間に設けられていることを特徴とする。

また、請求項 60 の発明は、請求項 59 の散乱型表示素子であって、上記反射手段は、表示画面における上下方向の断面形状が鋸刃状部分を有する形状に形成されていることを特徴とする。

また、請求項 61 の発明は、請求項 60 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状部分を有する断面形状における傾斜面の表示面に対する傾斜角度が、 $5^{\circ}$  以上、 $30^{\circ}$  以下であることを特徴とする。

また、請求項 62 の発明は、請求項 59 の散乱型表示素子であって、上記反射性フィルム基板および上記アレイ基板の何れか一方にカラーフィルタが設けられていることを特徴とする。

また、請求項 63 の発明は、入射した光を散乱させる散乱状態と透過させる透過状態とに切り替わる散乱透過手段と、

上記散乱透過手段の表示面側から入射し、背面側に散乱された光、および上記散乱透過手段を透過した光を反射する反射手段とを備えた散乱型表示素子において、

上記散乱透過手段が透過状態の場合に、散乱型表示素子に入射した光の少なくとも一部を散乱型表示素子の内部に閉じ込める手段を

有することを特徴とする。

上記のように、断面形状が半凸レンズ状や、所定の傾斜角を有する鋸刃状、リトロリフレクタ状の反射手段などの出射角変更手段を  
5 備えることにより、散乱表示素子に入射した光を表示画像の視認範囲から離れた方向に出射させることができるので、輝度反転やコントラストの低下などの外光の反射光による影響を容易に排除することができる。また、鋸刃形状のピッチがランダムに設定されることにより、ピッチを小さく設定しても回折による画像品質の低下を防止  
10 することができる。

また、請求項 6 4 の発明は、入射した光を散乱させる散乱状態と透過させる透過状態とに切り替わる散乱透過手段と、

上記散乱透過手段の表示面側から入射し、背面側に散乱された  
15 光、および上記散乱透過手段を透過した光を反射する反射手段とを備えた散乱型表示素子において、

上記反射手段による反射光量を減衰させる減衰手段を備えたことを特徴とする。

また、請求項 6 5 の発明は、請求項 6 4 の散乱型表示素子であって、上記減衰手段は、光の反射性と透過性と、または光の反射性と吸収性とを有する上記反射手段により構成されていることを特徴とする。  
20

また、請求項 6 6 の発明は、請求項 6 5 の散乱型表示素子であって、上記反射手段の光の反射率が 9 0 % 以下であることを特徴とする。  
25

また、請求項 6 7 の発明は、請求項 6 5 の散乱型表示素子であって

て、上記反射手段はクロムを含むことを特徴とする。

また、請求項 6 8 の発明は、請求項 6 4 の散乱型表示素子であって、上記減衰手段は、所定の偏光方向の光を遮断する偏光手段により構成されていることを特徴とする。

- 5      また、請求項 6 9 の発明は、請求項 6 8 の散乱型表示素子であって、上記偏光手段は、偏光方向が、表示画面における左右方向の光を遮断するように設けられていることを特徴とする。

- 10      また、請求項 7 0 の発明は、請求項 6 8 の散乱型表示素子であって、上記偏光手段は、上記散乱透過手段と上記反射手段との間に設けられていることを特徴とする。

また、請求項 7 1 の発明は、請求項 6 4 の散乱型表示素子であって、上記減衰手段は、上記散乱透過手段の表示面側に設けられた、透過率が 7 0 % 以上、かつ、9 5 % 以下の拡散フィルムであることを特徴とする。

15

上記のように、反射手段による反射光量を減衰させる減衰手段を備えることにより、反射光の輝度を減少させることができるので、輝度反転やコントラストの低下などの外光の反射光による影響を容易に軽減することができる。

20

また、請求項 7 2 の発明は、入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

基板上に微粒子を含む樹脂層を形成する工程と、

- 25      上記樹脂層上に反射層を形成する工程とを含むことを特徴とする。

また、請求項 7 3 の発明は、入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

基板上に所定のパターンの樹脂層を形成する工程と、

- 5    上記樹脂層を加熱し、軟化させて、その表面が所定の曲率を有するように変形させる工程と、

上記樹脂層上に反射層を形成する工程とを含むことを特徴とする。

- また、請求項 7 4 の発明は、入射した光を反射する反射手段を備  
10    えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

基板上に樹脂層を形成する工程と、

プレス成形により、上記樹脂層の表面を所定の形状に形成する工程と、

- 15    上記樹脂層上に反射層を形成する工程とを含むことを特徴とする。

また、請求項 7 5 の発明は、入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

- 20    基板上に樹脂層を形成する工程と、

上記樹脂層上に所定のパターンの保護膜を形成する工程と、

上記基板の法線に対して傾斜した方向から、サンドブラスト処理、またはドライエッチング処理を行うことにより、上記樹脂層を成形する工程と、

- 25    上記保護膜を除去した後、上記樹脂層上に反射層を形成する工程とを含むことを特徴とする。

また、請求項 7 6 の発明は、入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

基板上に部分的に第 1 の樹脂層を形成する工程と、

- 5      上記第 1 の樹脂層の少なくとも一部を含む領域に部分的に第 2 の樹脂層を形成することで断面が非対称形状を有する形状を形成する工程と、

上記非対称形状を含む領域に反射層を形成する工程を含むことを特徴とする。

- 10     また、請求項 7 7 の発明は、請求項 7 6 の表示素子の製造方法であって、上記第 1 の樹脂層が傾斜部を有する形状に形成された後、上記第 2 の樹脂層が形成されることを特徴とする。

また、請求項 7 8 の発明は、請求項 7 7 の表示素子の製造方法であって、上記第 2 の樹脂層が傾斜部を有する形状に形成されること

- 15     を特徴とする。

また、請求項 7 9 の発明は、請求項 7 7 の表示素子の製造方法であって、上記第 1 の樹脂層は、アニール処理により、傾斜部を有する形状に形成されることを特徴とする。

- 20     また、請求項 8 0 の発明は、請求項 7 8 の表示素子の製造方法であって、上記第 2 の樹脂層は、アニール処理により、傾斜部を有する形状に形成されることを特徴とする。

また、請求項 8 1 の発明は、請求項 7 7 の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少なくとも鋸刃形状部分を有する形状であることを特徴とする。

- 25     また、請求項 8 2 の発明は、請求項 7 8 の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少なくとも鋸刃形状部分を有する形状で

あることを特徴とする。

また、請求項 8 3 の発明は、請求項 7 9 の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少なくとも鋸刃形状部分を有する形状であることを特徴とする。

- 5      また、請求項 8 4 の発明は、請求項 8 0 の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少なくとも鋸刃形状部分を有する形状であることを特徴とする。

- 10      また、請求項 8 5 の発明は、請求項 7 6 の表示素子の製造方法であって、上記第 1 の樹脂層および上記第 2 の樹脂層が感光性樹脂であり、上記第 1 の樹脂層および上記第 2 の樹脂層を基板上に部分的に形成する工程が、基板全面に樹脂層を形成した後、それぞれ所定のパターンの第 1 の遮光マスクまたは第 2 の遮光マスクを介した露光、および現像によって行われることで、断面が非対称形状を有する形状を形成することを特徴とする。

- 15      また、請求項 8 6 の発明は、請求項 8 5 の表示素子の製造方法であって、上記露光が、上記第 1 の遮光マスクの遮光部と上記第 2 の遮光マスクの遮光部とを互いにずらすことで、上記第 1 の樹脂層の少なくとも一部を含む領域に部分的に第 2 の樹脂層を形成することを特徴とする。

- 20      また、請求項 8 7 の発明は、請求項 8 5 の表示素子の製造方法であって、上記感光性樹脂がポジ型感光性樹脂であるとともに、上記第 2 の遮光マスクの遮光部が、上記第 1 の遮光マスクの遮光部よりも大きいことを特徴とする。

- 25      また、請求項 8 8 の発明は、請求項 8 7 の表示素子の製造方法であって、上記第 2 の遮光マスクの遮光部の幅が、上記第 1 の遮光マスクの遮光部の幅よりも大きいことを特徴とする。



また、請求項 8 9 の発明は、請求項 8 5 の表示素子の製造方法であって、上記感光性樹脂がネガ型感光性樹脂であるとともに、上記第 2 の遮光マスクの遮光部が、上記第 1 の遮光マスクの遮光部よりも小さいことを特徴とする。

- 5      また、請求項 9 0 の発明は、請求項 8 9 の表示素子の製造方法であって、上記第 2 の遮光マスクの遮光部の幅が、上記第 1 の遮光マスクの遮光部の幅よりも小さいことを特徴とする。

- 10      また、請求項 9 1 の発明は、請求項 8 5 の表示素子の製造方法であって、上記第 1 の遮光マスクを用いた上記露光、および上記第 2 の遮光マスクを用いた上記露光が、上記基板の法線方向からの光の照射によって行われることを特徴とする。

- 15      また、請求項 9 2 の発明は、請求項 8 5 の表示素子の製造方法であって、上記第 1 の遮光マスクを用いた上記露光、および上記第 2 の遮光マスクを用いた上記露光のうちの少なくとも何れか一方が、上記基板の法線方向からの光の照射によって行われることを特徴とする。

また、請求項 9 3 の発明は、入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

- 20      基板上に部分的に第 1 の樹脂層を形成する工程と、

上記第 1 の樹脂層の少なくとも一部を含む領域に部分的に第 2 の樹脂層を形成した後、上記第 1 の樹脂層または第 2 の樹脂層の少なくとも一部を除去することで、断面が非対称形状を有する形状を形成する工程と、

- 25      上記非対称形状を含む領域に反射層を形成する工程を含むことを特徴とする。

また、請求項 9 4 の発明は、請求項 9 3 の表示素子の製造方法であって、上記樹脂層を除去する工程が所定のパターンのマスクを介したドライエッチングによって行われることを特徴とする。

5 また、請求項 9 5 の発明は、請求項 9 3 の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少なくとも鋸刃形状部分を有する形状であることを特徴とする。

また、請求項 9 6 の発明は、請求項 7 2 の表示素子の製造方法であって、

10 上記反射層は、表示素子を駆動するための電極であることを特徴とする。

これらにより、散乱性や出射角変更性を有する反射手段を容易に製造することができ、製造コストを低減することができる。

15 また、上記の目的を達成するため、請求項 9 7 の発明は、液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置において、

所定の観察方向から観察した場合に、液晶層の散乱状態と透過状態との変化過程に輝度レベルにピーク値が存在するような輝度－  
20 電圧特性を有し、

前記輝度－電圧特性における輝度レベルがピーク値となる電圧値と、輝度レベルが略 0 レベルとなる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする。

25 上記構成によれば、輝度－電圧特性にピーク輝度が存在することから、このピーク輝度となる電圧値と、輝度が略 0 % となる電圧値

との範囲を、駆動電圧範囲とすれば、従来例に比べて高い輝度、即ち明るい表示が可能となる。また、上記範囲を駆動電圧範囲とすることにより、輝度－電圧特性にピーク輝度が存在しないことになり、従来例のように輝度－電圧特性にピーク輝度が存在することにより、  
5 起因した階調反転を防止することができる。

また、請求項 98 の発明は、液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置において、

前記散乱モードが、電圧無印加時に散乱状態で明状態表示となる  
10 ノーマリホワイトであり、

所定の観察方向から観察した場合に、印加電圧が 0 V から上昇するに連れて輝度レベルが初期レベルから一旦上昇してピーク値に達し、その後は略 0 レベルまで下降していくような電圧－輝度特性を有し、

15 前記輝度－電圧特性における輝度レベルがピーク値となる電圧値と、輝度レベルが略 0 レベルとなる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする。

上記構成によれば、従来例よりも明るい表示が可能で、且つ、階  
20 調反転を防止することができるノーマリホワイトの液晶表示装置を実現できる。

また、請求項 99 の発明は、液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置において、

25 前記散乱モードが、電圧無印加時に透過状態で暗状態表示となるノーマリブラックであり、

所定の観察方向から観察した場合に、印加電圧が 0 V から閾値電圧に達するまで輝度が略 0 レベルであり、印加電圧が閾値電圧を超えると印加電圧の上昇に連れて、輝度レベルが上昇してピーク値に達し、その後は下降していく電圧－輝度特性を有し、

- 5      前記輝度－電圧特性における輝度レベルが 0 レベルから変化し始める前記閾値電圧値と、輝度レベルがピーク値となる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする。

また、請求項 100 の発明は、前記輝度－電圧特性における輝度レベルのピーク値が複数存在し、それぞれのピーク値となる電圧値  
10      のうち、最も高い電圧値と、前記輝度レベルが略 0 レベルとなる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする。

また、請求項 101 の発明は、前記輝度－電圧特性における輝度レベルのピーク値が複数存在し、前記輝度レベルが 0 レベルから変化し始める前記閾値電圧値と、前記それぞれのピーク値となる電圧  
15      値のうち、最も低い電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする。

また、請求項 102 の発明は、前記観察方向が、液晶層の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される光の出射方向と異なる方向に設定されていることを特徴とする。

- 20      また、請求項 103 の発明は、前記観察方向が、液晶層の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される光の出射方向と異なる方向に設定されていることを特徴とする。

また、請求項 104 の発明は、前記観察方向が、液晶層の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される光の出射方向と異なる方向に  
25      設定されていることを特徴とする。

また、請求項 105 の発明は、バイアス駆動されることを特徴と

する。

また、請求項 1 0 6 の発明は、バイアス駆動されることを特徴とする。

また、請求項 1 0 7 の発明は、前記バイアス駆動におけるバイアス電圧を調整し得るように構成されていることを特徴とする。

また、請求項 1 0 8 の発明は、前記バイアス駆動におけるバイアス電圧を調整し得るように構成されていることを特徴とする。

また、請求項 1 0 9 の発明は、前記輝度－電圧特性の変化に応じて、駆動電圧が前記駆動電圧範囲になるように調整する駆動電圧調整手段を備えたことを特徴とする。

また、請求項 1 1 0 の発明は、前記輝度－電圧特性の変化に応じて、駆動電圧が前記駆動電圧範囲になるように調整する駆動電圧調整手段を備えたことを特徴とする。

また、請求項 1 1 1 の発明は、前記輝度－電圧特性の変化に応じて、駆動電圧が前記駆動電圧範囲になるように調整する駆動電圧調整手段を備えたことを特徴とする。

また、請求項 1 1 2 の発明は、前記輝度レベルのピーク値にほぼ対応する電圧を検出する検出手段を備えるとともに、前記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする。

また、請求項 1 1 3 の発明は、前記輝度レベルのピーク値にほぼ対応する電圧を検出する検出手段を備えるとともに、前記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする。

また、請求項 1 1 4 の発明は、前記輝度レベルのピーク値にほぼ対応する電圧を検出する検出手段を備えるとともに、前記駆動電圧

調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする。

また、請求項 1 1 5 の発明は、液晶表示装置の使用状態の温度を検出する検出手段を備えるとともに、上記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする。

また、請求項 1 1 6 の発明は、液晶表示装置の使用状態の温度を検出する検出手段を備えるとともに、上記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする。

また、請求項 1 1 7 の発明は、液晶表示装置の使用状態の温度を検出する検出手段を備えるとともに、上記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする。

上記構成によれば、従来例よりも明るい表示が可能で、且つ、階調反転を防止することができるノーマリブラックの液晶表示装置を実現できる。

また、請求項 1 1 8 の発明は、前記液晶層の前方側から入射する光を、反射させて前方側に出射させる反射板が、前記液晶層の背後側に備えられていることを特徴とする。

また、請求項 1 1 9 の発明は、前記液晶層の前方側から入射する光を、反射させて前方側に出射させる反射板が、前記液晶層の背後側に備えられていることを特徴とする。

また、請求項 1 2 0 の発明は、前記液晶層の前方側から入射する

光を、反射させて前方側に出射させる反射板が、前記液晶層の背後側に備えられていることを特徴とする。

上記構成によれば、従来例よりも明るい表示が可能で、且つ、階調反転を防止することができる反射型の液晶表示装置を実現できる。

また、請求項 1 2 1 の発明は、前記液晶層の背後側に光源が備えられ、光源からの斜め方向の光が液晶層を通過して前方側に出射することを特徴とする。

また、請求項 1 2 2 の発明は、前記液晶層の背後側に光源が備えられ、光源からの斜め方向の光が液晶層を通過して前方側に出射することを特徴とする。

また、請求項 1 2 3 の発明は、前記液晶層の背後側に光源が備えられ、光源からの斜め方向の光が液晶層を通過して前方側に出射することを特徴とする。

上記構成によれば、従来例よりも明るい表示が可能で、且つ、階調反転を防止することができる透過型の液晶表示装置を実現できる。

また、請求項 1 2 4 の発明は、アクティブマトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする。

また、請求項 1 2 5 の発明は、アクティブマトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする。

また、請求項 1 2 6 の発明は、アクティブマトリクス駆動により

表示を行なうことを特徴とする。

上記構成によれば、従来例よりも明るい表示が可能で、且つ、階調反転を防止することができるアクティブマトリクス型の液晶表示装置を実現できる。

また、請求項 1 2 7 の発明は、単純マトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする。

また、請求項 1 2 8 の発明は、単純マトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする。

また、請求項 1 2 9 の発明は、単純マトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする。

上記構成によれば、従来例よりも明るい表示が可能で、且つ、階調反転を防止することができる単純マトリクス型の液晶表示装置を実現できる。

また、請求項 1 3 0 の発明は、液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置の駆動方法において、

バイアス駆動することを特徴とする。

また、請求項 1 3 1 の発明は、アクティブ素子アレイによるアクティブ駆動を行うことを特徴とする。

また、請求項 1 3 2 の発明は、前記バイアス駆動が、対向反転駆動であることを特徴とする。

また、請求項 1 3 3 の発明は、前記バイアス駆動が、フローティ



ングゲート駆動であることを特徴とする。

また、請求項 1 3 4 の発明は、前記バイアス駆動が、容量結合駆動であることを特徴とする。

5 また、請求項 1 3 5 の発明は、前記バイアス駆動手段が発生する前記所定の電圧が可変であることを特徴とする。

また、請求項 1 3 6 の発明は、液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置において、

10 所定の観察方向から観察した場合に、液晶層の散乱状態と透過状態との変化過程に、印加電圧が 0 V における輝度レベルよりも高い輝度レベルが存在するような輝度－電圧特性を有することを特徴とする。

また、請求項 1 3 7 の発明は、前記輝度－電圧特性における、前記印加電圧が 0 V における輝度レベルよりも高い輝度レベルとなる電圧値から、輝度レベルが単調減少して略 0 レベルとなる電圧値までの範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする。

また、請求項 1 3 8 の発明は、液晶表示装置の使用温度に応じて変化する、前記印加電圧が 0 V における輝度レベルよりも高い輝度レベルが、使用温度範囲内で最も高くなるように構成されていることを特徴とする。

20 また、請求項 1 3 9 の発明は、液晶表示装置の使用温度に応じて変化する、前記印加電圧が 0 V における輝度レベルよりも高い輝度レベルが、ほぼ室温において最も高くなるように構成されていることを特徴とする。

25 また、請求項 1 4 0 の発明は、前記液晶層を構成する液晶材料における液晶相－等方相相転移温度が、液晶表示装置の使用温度範囲の上限よりも 2 0 °C 以上高いことを特徴とする。

また、請求項 1 4 1 の発明は、前記液晶層を構成する液晶材料における液晶相－等方相相転移温度が、80℃以上であることを特徴とする。

5 また、請求項 1 4 2 の発明は、液晶表示装置の使用温度に応じて変化する、前記輝度レベルのピーク値が、使用温度範囲内で最も高くなるように構成されていることを特徴とする。

また、請求項 1 4 3 の発明は、液晶表示装置の使用温度に応じて変化する、前記輝度レベルのピーク値が、ほぼ室温において最も高くなるように構成されていることを特徴とする。

10 また、請求項 1 4 4 の発明は、前記液晶層を構成する液晶材料における液晶相－等方相相転移温度が、液晶表示装置の使用温度範囲の上限よりも20℃以上高いことを特徴とする。

また、請求項 1 4 5 の発明は、前記液晶層を構成する液晶材料における液晶相－等方相相転移温度が、80℃以上であることを特徴とする。

また、請求項 1 4 6 の発明は、前記液晶層の厚みを  $d$  ( $\mu\text{m}$ )、前記液晶層の散乱ゲインを  $SG$  とした場合に、

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

20 が成立つことを特徴とする。

また、請求項 1 4 7 の発明は、前記液晶層の厚みを  $d$  ( $\mu\text{m}$ )、前記液晶層の散乱ゲインを  $SG$ 、前記液晶層における液晶材料の複屈折異方性を  $\Delta n$  とした場合に、

$$50 \exp(-1.6\Delta n \cdot d) < SG < 360 \exp(-1.88\Delta n \cdot d)$$

25 が成立つことを特徴とする。

また、請求項 1 4 8 の発明は、前記液晶層の散乱ゲインが、1 0 以上、2 0 0 以下であることを特徴とする。

また、請求項 1 4 9 の発明は、液晶表示装置の使用温度範囲内における前記液晶層の散乱ゲインが、1 0 以上、2 0 0 以下であることを特徴とする。

### 図 面 の 簡 単 な 説 明

10 図 1 は、本発明の実施の形態 A 1 に係る液晶表示素子 1 0 1 A の簡略化した断面図である。

図 2 は、液晶表示素子 1 0 1 A の表示原理を説明するための図である。

図 3 は、液晶表示素子 1 0 1 A の電圧・反射率特性を示す図である。

図 4 は、液晶表示素子 1 0 1 A の散乱特性を示す図である。

図 5 は、散乱ゲインとコントラストの関係を示す図である。

図 6 は、許容できるコントラストを実現するのに必要な散乱ゲインのパネルギャップ依存性を示す図である。

20 図 7 は、パネルギャップと最大コントラストの関係を示す図である。

図 8 は、パネルコントラストと積  $\Delta n d$  の関係を示す図である。

図 9 は、本発明の実施の形態 A 3 に係る液晶表示素子 1 0 1 B の簡略化した断面図である。

25 図 1 0 は、本発明の実施の形態 A 4 に係る液晶表示素子 1 0 1 C の簡略化した断面図である。

図 1 1 は、赤色光に関する許容できるコントラストを実現するのに必要な散乱ゲインのパネルギャップ依存性を示す図である。

図 1 2 は、R G B に関する散乱ゲインと粒径の関係を示す図である。

5 図 1 3 は、本発明の実施の形態 A 5 に係る液晶表示素子 1 0 1 D の簡略化した断面図である。

図 1 4 は、最適な散乱ゲインを実現するのに必要な R G B の層厚の大小関係を示す図である。

10 図 1 5 は、実施の形態 B 1 の表示素子の構成を示す断面図である。

図 1 6 は、液晶分子の屈折率を示す説明図である。

図 1 7 は、実施の形態 B 1 の表示素子の反射板の構成を示す図である。

15 図 1 8 は、実施の形態 B 1 の表示素子の反射光の光路を示す説明図である。

図 1 9 は、実施の形態 B 1 の表示素子の反射光の方向等を示す説明図である。

図 2 0 は、実施の形態 B 2 の表示素子の構成を示す断面図である。

20 図 2 1 は、実施の形態 B 2 の表示素子のレンズシートフィルムの構成を示す斜視図である。

図 2 2 は、実施の形態 B 3 の表示素子の反射板の構成を示す図である。

25 図 2 3 は、実施の形態 B 3 の表示素子の反射光の光路を示す説明図である。

図 2 4 は、実施の形態 B 3 の表示素子の反射光の方向等を示す説

明図である。

図 2 5 は、実施の形態 B 4 の表示素子の構成を示す断面図である。

5 図 2 6 は、実施の形態 B 4 の表示素子の反射光の光路を示す説明図である。

図 2 7 は、実施の形態 B 4 の表示素子の反射光の光路を示す説明図である。

図 2 8 は、実施の形態 B 4 の表示素子の入射角と出射角の関係を  
示すグラフである。

10 図 2 9 は、実施の形態 B 4 の表示素子の傾斜角と出射角の関係を  
示すグラフである。

図 3 0 は、実施の形態 B 5 の表示素子の構成を示す断面図である。

15 図 3 1 は、実施の形態 B 6 の表示素子の構成を示す断面図である。

図 3 2 は、実施の形態 B 7 の表示素子の反射板の構成を示す平面  
図である。

図 3 3 は、実施の形態 B 7 の表示素子の構成を示す断面図である。

20 図 3 4 は、実施の形態 B 7 の表示素子の他の例の反射板の構成を  
示す平面図である。

図 3 5 は、実施の形態 B 8 の表示素子のレンズシートフィルムの  
構成を示す図である。

25 図 3 6 は、実施の形態 B 8 の表示素子の反射光の光路を示す説明  
図である。

図 3 7 は、実施の形態 B 9 の表示素子の反射板の構成を示す図で

ある。

図 3 8 は、実施の形態 B 9 の表示素子の反射光の方向等を示す説明図である。

図 3 9 は、実施の形態 B 1 1 の表示素子の反射板の構成を示す図  
5 である。

図 4 0 は、実施の形態 B 1 3 の表示素子の構成を示す断面図である。

図 4 1 は、実施の形態 B 1 4 の表示素子の構成を示す断面図である。

10 図 4 2 は、実施の形態 B 1 4 の表示素子の反射板の構成を示す平面図である。

図 4 3 は、実施の形態 B 1 5 の表示素子の構成を示す断面図である。

図 4 4 は、実施の形態 B 1 6 の表示素子の反射板の製造工程を示  
15 す説明図である。

図 4 5 は、実施の形態 B 1 7 の表示素子の反射板の製造工程を示す説明図である。

図 4 6 は、実施の形態 B 1 8 の表示素子の反射板の製造工程を示す説明図である。

20 図 4 7 は、実施の形態 B 1 8 の表示素子の反射板の製造工程の他の例を示す説明図である。

図 4 8 は、実施の形態 B 1 9 の表示素子の反射板の製造工程を示す説明図である。

図 4 9 は、実施の形態 C の概要に係る液晶表示装置 3 0 1 の簡略  
25 化した断面図である。

図 5 0 は、実施の形態 C の概要に係る液晶表示装置 3 0 1 の表示

動作を説明するための図である。

図 5 1 は、実施の形態 C の概要に係る液晶表示装置 3 0 1 の輝度－電圧特性を示すグラフである。

図 5 2 は、実施の形態 C 1 に係る液晶表示装置 3 0 1 A の簡略化した断面図である。

図 5 3 は、実施の形態 C 2 に係る液晶表示装置 3 0 1 B の簡略化した断面図である。

図 5 4 は、実施の形態 C 4 に係る液晶表示装置の輝度－電圧特性を示すグラフである。

10 図 5 5 は、実施の形態 C 6 に係る反射型液晶表示装置において使用した反射板の斜視図である。

図 5 6 は、図 8 は図 7 の断面図である。

図 5 7 は、実施の形態 C 7 に係る液晶表示装置の輝度－電圧特性の温度変化を示す図である。

15 図 5 8 は、実施の形態 C 7 に係る液晶表示装置の輝度がピークになる電圧の温度変化を示す図である。

図 5 9 は、実施の形態 C 7 に係る温度センサを備えた液晶表示装置の構成を示すブロック図である。

図 6 0 は、実施の形態 C 7 に係るフォトセンサを備えた液晶表示  
20 装置の構成を示すブロック図である。

図 6 1 は、実施の形態 C 8 に係る液晶表示装置の輝度がピークになる電圧の温度変化を示す図である。

図 6 2 は、実施の形態 C 8 に係る液晶表示装置の輝度がピークになる電圧の温度変化を示す図である。

25 図 6 3 は、実施の形態 C 9 に係る液晶表示装置の輝度－電圧特性を示す図である。

図 6 4 は、従来の散乱型表示素子の反射板の構成を示す図である。

図 6 5 は、従来の別の散乱型表示素子の反射板の構成を示す図である。

5 図 6 6 は、散乱型表示素子の表示動作を示す説明図である。

図 6 7 は、散乱型表示素子の使用状態を示す説明図である。

図 6 8 は、従来の散乱型表示素子の反射光の方向等を示す説明図である。

10 図 6 9 は、従来の液晶表示装置の輝度－電圧特性を示すグラフである。

### 発明を実施するための最良の形態

15 実施の形態に基づいて本発明の内容を具体的に説明する。

まず、本発明の実施の形態 A について図面に基づいて説明する。  
この実施の形態 A は、散乱ゲインや、液晶の屈折率異方性の大きさと液晶層の厚さとの積などを適切に設定することによって、高輝度化および高コントラスト化を図ることができるものである。

20

#### (実施の形態 A 1)

図 1 は本発明の実施の形態 A 1 に係る液晶表示素子 1 0 1 の簡略化した断面図である。液晶表示素子 1 0 1 は、反射型の液晶表示素子であり、ノーマリホワイトモードの液晶表示素子である。液晶表示素子 1 0 1 は、アレイ基板 1 0 2 と、アレイ基板 1 0 2 に対向して配置される対向基板 1 0 3 と、アレイ基板 1 0 2 と対向基板 1 0



3 との間に配置された高分子分散型液晶層 104 とを有する。アレイ基板 102 及び対向基板 103 は、例えばガラスから成る透明な基板である。このアレイ基板 102 上には、ソースライン 106、反射性を有する金属から成る反射画素電極 105、及び画素スイッチング素子としての薄膜トランジスタ (TFT) 等が形成されている。反射画素電極 105 は、アルミニウム (Al) あるいはクロム (Cr) 等から成る。これらソースライン 106、反射画素電極 105 及び TFT 等は、絶縁膜 107 により覆われている。前記対向基板 103 の内側面には、透明な対向電極 109 と、絶縁膜 110 とがこの順序で積層状に形成されている。

また前記高分子分散型液晶層 104 は、高分子 111 中に液晶滴 112 が分散された構造とされ、液晶滴 112 内の液晶は誘電率異方性が正のものが用いられている。

ここで、高分子分散型液晶層 104 は、その散乱ゲイン SG が、以下の第 1 式の関係を満たしている。ここで、散乱ゲイン SG は、 $SG = (\text{パネル輝度} / \text{パネル照度}) \times \pi$  で定義されるものであり、散乱ゲインが大きいと散乱性が小さく、散乱ゲインが小さいと散乱性が大きいことを意味する。なお、散乱ゲインは、緑色光に対する散乱ゲインを用いた。

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

... (1)

d は高分子分散型液晶層 104 の層厚 (以下、パネルギャップと称する。) である。

上記のように高分子分散型液晶層 104 の散乱ゲインが第 1 式を満たすように設定することにより、従来例に比べて格段に高輝度及

び高コントラストの反射型液晶表示素子を実現できる。なお、散乱ゲインは、例えば屈折率異方性の大きさ $\Delta n$ とパネルギャップ $d$ との積 $\Delta n d$ や、液晶滴の大きさなどにより設定することができるが、これらに関しては後に詳述する。

- 5        また、上記第1式を満たすことによって高輝度、高コントラストが得られるのは、液晶滴112内の液晶における室温での屈折率異方性の大きさ $\Delta n$ が概ね0.25の場合であるが、 $\Delta n$ の値が大幅に異なる場合、例えば多く用いられる液晶材料の $\Delta n$ の値（例えば概ね0.15以上、0.27以下程度）の場合などでも、下記第
- 10    1'式を満たすように設定することによって高輝度、高コントラストを得ることができる。

$$50 \exp(-1.6 \Delta n \cdot d) < SG < 360 \exp(-1.88 \Delta n \cdot d)$$

… (1')

- 15        なお、上記第1式や第1'式を満たす散乱ゲイン $SG$ の値は、一般的な液晶材料、パネルギャップなどのパネル条件においては、例えば10℃以上、60℃以下の使用温度範囲内では、概ね10以上、200以下程度である。

- 20        以下に、本発明に係る液晶表示素子の動作を説明しつつ、上記の理由を述べることにする。

- 図2は反射型液晶表示素子の表示動作を説明するための図である。図2を参照して、表示動作を説明すると、電圧OFF時には、図2(a)に示すように、液晶滴112内の液晶は、配向軸が互いに3次元ランダムな方位にあり、そのため、液晶と高分子1
- 25    13との屈折率差によりパネルは散乱状態を示す。このときパネルの入射光120は、散乱光121となり白表示が得られる。一方、

電圧 0 N 時には、図 2 (b) に示すように、液晶滴 1 1 2 内の液晶は、ほぼパネルギャップ方向に配向する。そのため、液晶と周囲の高分子 1 1 3 との屈折率マッチングによりパネルは透明状態となる。したがって、入射光 1 2 0 は散乱を受けず、反射画素電極で反射されて正反射光 1 2 2 としてパネルから放出される。このとき、観察者 1 2 5 の方向には光が放出されずパネルは黒表示が得られる。

ところで、上記表示動作を有する高分子分散型液晶表示素子の電圧・反射率特性は、図 3 に示されている。この図 3 の特性は、本発明者の実験結果により得られたものである。尚、測定条件は、入射光の入射角度  $\theta_1 = 30^\circ$ 、測定角度  $\theta_2 = 15^\circ$  (図 2 (b) 参照) とした。この測定条件は、反射型液晶表示素子の標準の見方に対応させたものである。

図 3 から明らかなように、印加電圧の増加に従い、反射率は上昇していきピーク値に達した後、減少する。即ち、反射型の高分子分散型液晶表示素子は、その電圧・反射率特性においてピーク反射率が存在する。このようなピーク反射率の存在は、本発明者の実験結果により初めて見出されたものである。

ここで、ピーク反射率が存在するのは、以下の原理によると考えられる。図 4 を参照して、その原理を説明する。図 4 において、電圧無印加時 (図 3 の A 点に相当) のパネルの散乱状況を散乱方位分布 1 3 0 で示し、反射率が最大となるとき (図 3 の B 点に相当) の散乱状況を散乱方位分布 1 3 1 で示し、さらに電圧を印加した場合 (図 3 の C 点に相当) の散乱状況を散乱方位分布 1 3 2 で示した。ノーマリホワイトモードの高分子分散型パネルの場合、電圧印加に伴い散乱は弱くなり入射光の正反射方向に散乱方位分布が伸びる。

このとき、図 4 の観察者 1 2 5 の位置からは、散乱方位分布 1 3 0 より散乱方位分布 1 3 1 の方が反射率が高い。また、さらに電圧を印加すると、ほぼ正反射方向に収束した散乱方位分布 1 3 2 となり、観察者 1 2 5 方向の反射率は減少する。このため電圧・反射率特性の反射率にピークが発生する。本発明者は、かかる電圧・反射率特性に着目して、ピーク反射率での輝度レベルを白輝度とすることで、すなわち、輝度レベルがピークとなる電圧値と、輝度レベルがほぼ 0 レベルとなる電圧値との範囲、または輝度が上記ピークから単調減少する電圧値の範囲を駆動電圧範囲とすることにより、高輝度化及び高コントラスト化を図ることができることを見出した。

なお、従来、電圧・反射率特性においてピーク反射率が存在するようなモードは知られていなかった。これは、斜め方向からの入射光に対して、パネル正面に反射する光を測定して、電圧・反射率特性を得ていたこと、更には、透過型の場合に散乱ゲイン  $SG$  は 1 ~ 2 程度に設定されていたことから、反射型についても散乱ゲインは同程度の散乱ゲインのものが使用されており、そのためピーク反射率が小さく、ピーク反射率の存在が認識され得るものではなかったものと考えられる。

ここで、図 3 を参照して、散乱ゲインと電圧・反射率特性の関係について説明する。従来の黒色吸収板を用いる反射型の液晶表示素子では、散乱ゲイン  $SG$  は 1 ~ 2 程度である。これは、一般に透過型液晶表示素子においては、散乱状態（初期状態）において完全散乱を得るために、 $SG = 1$  程度に設定されており、反射型の液晶表示素子においても、完全散乱を得ることにより高輝度及び高コントラストが実現できるものとの考えにより、散乱ゲインが  $SG = 1$  程度に設定されているのが実情である。ところが、本発明者の実験結

果によれば、上記したように電圧・反射率特性において、ピーク反射率（ピーク輝度に相当）が存在しており、 $SG = 1$ の場合の電圧・反射率特性は、図3のラインM1で示される。従って、 $SG = 1$ に設定されている従来例では、実際には、電圧無印加状態（印加電圧0Vの場合）よりも、輝度レベルが大きい場合が存在する。なお、 $SG = 1$ の場合、液晶分子が基板に対して垂直状態となっても、斜め光については、高分子と液晶の屈折率が異なることから、反射率が0%からかなり離れた値に収束する。このような状態であっても、黒色吸収板を用いるので、黒レベルでは黒色吸収板の黒が写るので、反射率は0%でなくても十分な黒レベルが得られる。しかしながら、コントラストが高くない。

一方、他の条件にもよるが、例えばパネルギャップが比較的大きい場合において、 $SG = 100$ の場合の電圧・反射率特性は、図3のラインM2で示される。即ち、電圧増加に従って、反射率は初期状態から若干上昇した後、減少していき、ほぼ0%に収束する。これは、散乱ゲインが大きい場合（即ち、散乱性が小さい場合）には、斜めからの光に対しても散乱性の変化は小さいと考えられる。従って、ピーク反射率も小さくなると考えられる。一方、散乱性が本来的に小さいので、電圧上昇により反射率がほぼ0%に収束する。こうして、散乱ゲインは小さくても、大きすぎても、高輝度及び高コントラストが得られない。高輝度化及び高コントラスト化を達成するためには、最適な散乱ゲインが存在することが認められる。本発明者の実験結果によれば、約10～20程度の散乱ゲインが最適値である。従って、そのような最適な散乱ゲインに設定することにより、図3のラインM3で示される特性が得られ、高輝度化及び高コントラスト化を達成できる。

一方、所定のコントラストが得られる散乱ゲインは、パネルギャップと相関関係があり、最適な散乱ゲインを得るためには、パネルギャップの値を考慮する必要がある。そこで、具体的に最適な散乱ゲインを求めるため、様々な散乱性能を有する高分子分散型液晶パネルの評価を行い、その結果、図5に示す散乱ゲインとコントラストとの関係を得た。なお、散乱ゲインは、透過型パネルで測定した散乱ゲインを用いた。また、コントラストは上記電圧・反射率特性の場合と同様の測定条件（入射光の入射角度 $\theta_1 = 30^\circ$ 、測定角度 $\theta_2 = 15^\circ$ ）で測定した結果を用いた。図5から明らかなように、コントラストが最大となる散乱ゲインが存在し、しかも該散乱ゲインはパネルギャップで異なることが認められる。このことは、パネルギャップを或る値に設定すれば、最大コントラストを得るための散乱ゲインが決定されることを意味する。ここで、本発明に係る液晶表示素子としては、最大コントラストの70%以上のコントラストが得られることが望ましく、最大コントラストの70%以上のコントラストを得る散乱ゲインの範囲を求めることにした。尚、従来例の反射型パネルのコントラストは、通常10程度であり、大きい場合でも15程度である。従って、最大コントラストの70%以上であれば、従来例に比べて格段に高コントラスト化が実現できることになる。

最大コントラストの70%以上のコントラストを得る散乱ゲインの範囲は、具体的には以下の手順で求めた。即ち、各パネルギャップ $d$ に関する散乱ゲインーコントラスト特性（図5において、 $d = 4.5 \mu m$ の場合の特性を参照符号L1で、 $d = 7 \mu m$ の場合の特性を参照符号L2で、 $d = 10 \mu m$ の場合の特性を参照符号L3で示している。）において、最大コントラストの70%のコントラスト

ト（図 5 においてライン m 1、m 2、m 3 が  $d = 4.5 \mu\text{m}$ 、 $7 \mu\text{m}$ 、 $10 \mu\text{m}$  の場合の最大コントラストの 70% のラインを示している）を得る散乱ゲインを求め、この値を順次プロットすることにより図 6 に示すパネルギャップと散乱ゲインとの関係を得た。具体的

5 的に説明すれば、図 5 の点 A 1、A 2、A 3；B 1、B 2、B 3；C 1、C 2、C 3 を図 6 にプロットした。次いで、図 6 のパネルギャップと散乱ゲインとの関係から最適な散乱ゲインの範囲を算出した。

ここで、図 6 のライン P 1 は許容範囲上限を示し、ライン P 2 は

10 最適コントラストの範囲を示し、ライン P 3 は許容範囲下限を示す。従って、図 6 の特性より、最適な散乱ゲイン S G の範囲は、ライン P 1 とライン P 3 の範囲にあればよいことが認められる。ここで、ライン P 1 を関数表示すれば、 $SG = 360 \exp(-0.47d)$  であり、ライン P 3 を関数表示すれば、 $SG = 50 \exp(-0.4d)$  である。よって、最適な散乱ゲイン S G の範囲は、

15  $50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$

を満たせばよいことが理解される。

なお、ライン P 2 を関数表示すれば、 $SG = 265 \exp(-0.5d)$  である。よって、散乱ゲイン S G を  $265 \exp(-0.5d)$  に設定すれば、そのパネルギャップにおける最大コントラストが得られることになる。

20

また、本発明者の実験により、最大コントラストとパネルギャップとの間には、図 7 に示す関係があることが認められた。この図 7

25 より、パネルギャップが小さいほど最大コントラストは高い。しかしながら、パネルギャップが  $3 \mu\text{m}$  未満の場合には、実際に均一に

作製することが困難である。一方、パネルギャップが  $8\text{ }\mu\text{m}$  を超えると、駆動電圧が増加するため、反射型パネルとしては不適切である。よって、パネルギャップ  $d$  は  $3\text{ }\mu\text{m}$  以上、 $8\text{ }\mu\text{m}$  以下に設定するのが望ましい。

5

(実施の形態 A 1 のより具体的な例)

上記実施の形態 A 1 のより具体的な例について説明する。

図 1 に示す液晶表示素子 101 を以下の方法で作製した。ガラスから成る透明基板上に、TFT 素子、ソースライン 106、アルミニウムから成る反射画素電極 105 等を形成してアレイ基板 102 10 とした。このとき、反射画素電極 105 は平坦な鏡面反射板とした。また、対向基板 103 上に透明な対向電極 109 等を形成した。次いで、上下の基板 102, 103 をパネルギャップ  $5\text{ }\mu\text{m}$  で貼り合わせた。次に基板 102, 103 間に高分子分散型液晶材料 15 (商品名: PNM201、大日本インキ化学工業製) を真空注入した。そして、高分子分散型液晶材料が真空注入されたパネルに、紫外線を照射し材料を重合させて高分子分散型液晶パネルを作成した。

形成したパネルの電圧・反射率特性を測定しパネル評価を行っ 20 た。これにより図 3 の特性が得られた。次に液晶粒径とパネルギャップを変えたパネルを多数作成し、散乱ゲインとコントラストの関係を評価した。これにより図 5 の特性が得られた。なお、このとき反射型パネルの場合と同材料を用いて、同粒径、同パネルギャップの高分子分散液晶層を透過型パネルで別途作成し、散乱ゲインをパ 25 ネル透過光から評価した。ここで、コントラストは極角  $30^\circ$  方向から光を入射したときの極角  $15^\circ$  方向のピーク反射率の値と最大



印加電圧時の輝度から求めた。

また、図 5 から図 6 に示す最適な散乱ゲインの範囲とパネルギャップの関係を得た。このときの最適範囲は、最大コントラストの 70 % 以上が実現できる範囲である。図 5 より散乱ゲイン  $SG$  が、

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

を満たすときに高コントラストが得られることが解る。このときの  $d$  ( $\mu m$ ) はパネルギャップである。また、 $SG = 265 \exp(-0.5d)$  を満たすとコントラストを最大とすることができ

る。具体的には、パネルギャップが  $4.5 \mu m$  の場合、最適な散乱ゲインは  $10 \sim 40$  程度の範囲に存在する。またゲイン 25 でコントラストは最大 55 程度が得られた。また、図 7 に示すようにコントラストの最大値はパネルギャップで異なり、 $3 \mu m$  以上、 $8 \mu m$  以下であればコントラスト 30 以上と極めて良好な表示が得られる。

なお、上記の例では、散乱ゲインの最適な範囲を求めるためのコントラストを最大コントラストの 70 % 以上としたが、これは必要に応じて、例えば最大コントラストの 50 % 以上など所定のコントラストを用いてもよい。最大コントラストの 50 % 以上の場合には、散乱ゲインの最適な範囲は、前記 70 % 以上の場合と同様に図 5 より、

$$37 \exp(-0.37d) < SG < 275 \exp(-0.31d), \text{ または}$$

$$37 \exp(-1.48 \Delta n \cdot d) < SG < 275 \exp(-1.24 \Delta n \cdot d)$$

となる。

また、最大コントラストの 90% の場合には、

$$177 \exp(-0.52d) < SG < 229 \exp(-0.41d), \text{ または}$$

$$177 \exp(-2.08 \Delta n \cdot d) < SG < 229 \exp(-1.64 \Delta n \cdot d)$$

となる。

さらに具体的には、例えばパネルギャップが 3 μm で最大コントラストの 70% 以上の場合は、最適な散乱ゲインの範囲は、15 以上、108 以下で、最適な散乱ゲインは 80 である。

10

(実施の形態 A2)

実施の形態 A2 に係る液晶表示素子は、基本的には実施の形態 A1 とほぼ同様の構成を有する。但し、液晶滴内の液晶の屈折率異方性の大きさ  $\Delta n$  とパネルギャップ  $d$  の積  $\Delta n d$  が、0.6 μm 以上、2.2 μm 以下とすることを特徴とする。このような構成によ

15 ってもまた、高輝度及び高コントラストの反射型の高分子分散型液晶表示素子を実現できる。

以下に、その理由について説明する。散乱ゲインは、液晶の屈折率異方性の大きさ、パネルギャップ、及び液晶滴の粒径等により決定される。(なお、これらのパラメータは独立に変えることができるため、同じ散乱ゲインでも、パラメータの組み合わせは多々存在する。)従って、液晶の屈折率異方性の大きさ  $\Delta n$  とパネルギャップ  $d$  の積  $\Delta n d$  により、散乱ゲインを規定することもできる。このような考えの下、本発明者の実験により、図 8 に示す  $\Delta n d$  とコントラストとの関係が得られた。ここで、実施の形態 A2 では、30

25 以上のコントラストに設定した。図 8 において、30 以上のコント

ラストの範囲に対応する $\Delta n d$ は、 $0.6 \mu m$ 以上、 $2.2 \mu m$ 以下であることが認められる。よって、 $\Delta n d$ が、 $0.6 \mu m$ 以上、 $2.2 \mu m$ 以下となるような液晶材料の選択及びパネルギャップの設定により、高輝度及び高コントラストの反射型の高分子分散型液晶表示素子を実現できることになる。

なお、パネルギャップ $d$ は、実施の形態A1と同様な理由により、 $3 \mu m$ 以上、 $8 \mu m$ 以下とするのが望ましい。また、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ は、 $0.15$ 以上、 $0.27$ 以下とするのが望ましく、液晶滴の粒径は、 $0.7 \mu m$ 以上、 $2 \mu m$ 以下とするのが望ましい。尚、パネルギャップ $d$ 、液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ 及び液晶滴の粒径は、上記のそれぞれの範囲内で適宜選択して組み合わせて、 $\Delta n d$ を $0.6 \mu m$ 以上、 $2.2 \mu m$ 以下の範囲内に設定すればよい。ここで、散乱ゲインが最適範囲であれば、粒径、 $\Delta n$ 、およびパネルギャップの組み合わせは、上記の範囲内で任意でよい。

15

(実施の形態A2のより具体的な例)

上記実施の形態A2のより具体的な例について説明する。

実施の形態A1とほぼ同様の構成において、液晶の屈折率異方性の大きさ $\Delta n$ 、パネルギャップ $d$ 、及び液晶滴の粒径 $R$ が異なるパネルを多数作成し、電圧・反射率特性を測定した。特性は、極角 $30^\circ$ から光を入射し、極角 $15^\circ$ の反射光を測定した。測定結果により、図8に示すパネルコントラストと積 $\Delta n d$ の相関が得られた。図8から明らかなようにコントラストは $\Delta n d$ に対しピーク値を有した。また、 $\Delta n d$ が、 $0.6 \mu m$ 以上、 $2.2 \mu m$ 以下のときにコントラストは $30$ 以上となり良好な表示が得られた。このときの液晶の複屈折率は $0.15$ 以上、 $0.27$ 以下とした。また、

25

パネルギャップを、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下とするためには、散乱性の観点から液晶滴の粒径は $0.7\mu\text{m}$ 以上、 $2\mu\text{m}$ 以下とする必要があった。液晶の屈折率異方性と、パネルギャップ、及び粒径の組み合わせは、上記の範囲で任意の組み合わせを取れる。特に駆動電圧の低減の観点からパネルギャップを $8\mu\text{m}$ 以下に設定する場合、液晶滴の粒径は $0.5\mu\text{m}$ 以上、 $2\mu\text{m}$ 以下とする必要がある。

(実施の形態 A 3)

図 9 は本発明の実施の形態 A 3 に係わる液晶表示素子 101B の簡略化した断面図である。本実施の形態において、実施の形態 A 1 に対応する部分には同一の参照符号を付して説明は省略する。本実施の形態では、高分子分散型液晶層 104A が、高分子 111 と、2 種類の液晶滴 112A, 112B とから構成されている。液晶滴 112A は高分子分散型液晶層 104A 内部に存在し、実施の形態 A 1 の高分子分散型液晶における液晶滴 112 と同様な形状である。一方、液晶滴 112B は基板 102, 103 界面にほぼ半球状に存在する。液晶滴 112B 内の液晶は、基板 102, 103 に沿ってほぼ一様の方向に配向し、液晶滴 112A 内の液晶は、液晶の配向軸が 3 次元的にランダムな方向に配向している。

なお、液晶滴 112B を形成すべく、基板 102, 103 上には、配向膜 140, 141 が形成されており、この配向膜 140, 141 に対する濡れ性が、液晶材料の方が高分子材料よりも大きくなるように材料が選定されている。また、配向膜 140, 141 は、ラビング処理により水平配向処理がなされている。

上記構成の如く、液晶滴 112B を形成することにより、基板界

面層での散乱を減少させて、散乱ゲインを大きくする作用が生じる。よって、液晶滴 1 1 2 B の大きさを調整することにより、液晶組成や液晶滴の粒径等を変えずに、かつ、液晶分率を大きくすることなく、パネルの散乱ゲインを最適範囲に調整して、高輝度化及び  
5 高コントラスト化を図ることができる。

尚、配向膜 1 4 0 と配向膜 1 4 1 のラビング方向は、同一方向としてもよく、また相互に異なる方向としてもよい。但し、同一方向とすれば、基板 1 0 2 , 1 0 3 の各界面間での散乱がさらに低減する効果がある。またパネルギャップ d は、3  $\mu$ m 以上、8  $\mu$ m 以下  
10 とする。これは、実施の形態 A 1 においてパネルギャップ d を規制したのと同様の理由による。

(実施の形態 A 3 のより具体的な例)

上記実施の形態 A 3 のより具体的な例について説明する。

15 実施の形態 A 3 に係る液晶表示素子 1 0 1 B を、以下の方法で作製した。先ず、ガラスから成る透明基板上に、T F T 素子、ソースライン 1 0 6 、アルミニウムから成る反射画素電極 1 0 5 等を形成してアレイ基板 1 0 2 とした。このとき、反射画素電極 1 0 5 は平坦な鏡面反射板とした。また、対向基板 1 0 3 上に、透明な対向電  
20 極 1 0 9 等を形成した。次に上下の基板 1 0 2 , 1 0 3 に配向膜 1 4 0 , 1 4 1 (商品名 : A L 5 4 1 7 、日本合成ゴム製)を形成した後、配向膜 1 4 0 , 1 4 1 にラビング処理を施した。ラビング処理の方向は、上下の基板 1 0 2 , 1 0 3 を貼り合わせた後に互いに平行になるようにした。次に、上下の基板 1 0 2 , 1 0 3 をパネル  
25 ギャップ 5  $\mu$ m で貼り合わせた。次に基板 1 0 2 , 1 0 3 間に高分子分散型液晶材料 (商品名 : P N M 2 0 1 、大日本インキ化学工業

製)を真空注入した。その後、パネルに紫外線を照射し材料を重合させて実施の形態A3に係る高分子分散型パネルを作成した。また、実施の形態A3に係る高分子分散型パネルとは別に、配向膜140、141を形成しないこと以外は上記と同様にして評価用の高分子分散型パネルを作成した。本評価パネルの散乱ゲインは30であり、ラビング処理を施さない場合の15より大きかった。また、評価用のパネルの基板を剥離し、画像処理装置を用いて界面を観察したところ界面には半球状の液晶滴が形成されていた。このようにラビング処理を施した基板を用いてパネルを作成することで、界面の液晶がラビング方向に沿ってほぼ一様に配向し、界面での散乱を低減することができる。これにより、散乱ゲインを任意に調整することが可能となり、散乱ゲインを高コントラストが実現できる例えば25近辺に設定できる。

尚、基板に形成する配向膜は上記以外でも良く、高分子/液晶の相分離時に、基板上に液晶滴が半球状に析出するものなら良い。このとき、配向膜に対する濡れ性を、液晶材料の方が高分子材料より大きくすれば良い。また、ラビング方向は任意で良いが、上下基板の方向を合わせた方が散乱が小さくなる。これは散乱度に応じて上下で方向を変えても良い。

20

#### (実施の形態A4)

図10は本発明の実施の形態A4に係わる液晶表示素子101Cの簡略化した断面図である。本実施の形態において、実施の形態A1に対応する部分には同一の参照符号を付して説明は省略する。本実施の形態に係わる液晶表示素子101Cは、赤色(R)カラーフィルタ部161、緑色(G)カラーフィルタ部162、青色(B)

25

カラーフィルタ部 163 から成るカラーフィルタ 160 を備えた反射型の液晶表示素子である。なお、図中、165 は R 用反射画素電極 105a に接続される TFT 素子であり、166 は G 用反射画素電極 105b に接続される TFT 素子であり、167 は B 用反射画素電極 105c に接続される TFT 素子である。また、164 は絶縁層であり、168 はブラックマトリクスである。また、104G は高分子分散型液晶層 104 のうちの G 画素領域であり、104B は高分子分散型液晶層 104 のうちの B 画素領域であり、104R は高分子分散型液晶層 104 のうちの R 画素領域である。

10 上記実施の形態 A1 ~ A3 では、カラーフィルタを備えない液晶表示素子であったけれども、本実施の形態では、カラーフィルタ 160 を備えたフルカラー表示の液晶表示素子である。かかるフルカラー表示の液晶表示素子の場合には、散乱ゲインの最適範囲について R・G・B 各々について考慮する必要がある。なぜなら、高分子分散型液晶層の散乱特性は赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の波長で異なるからである。そこで、本実施の形態では、R・G・B 毎の散乱ゲインの最適範囲を求め、R・G・B それぞれを最適散乱ゲインとなるように構成して高コントラストの液晶表示素子を得るようにしたものである。

20 具体的には、高分子分散型液晶層の厚みを  $d$  ( $\mu\text{m}$ )、高分子分散型液晶層の緑色光に対する散乱ゲインのうち赤色 (R) 画素領域 4R の散乱ゲインを  $SG_r$ 、緑色 (G) 画素領域 4G の散乱ゲインを  $SG_g$ 、青色 (B) 画素領域 4B の散乱ゲインを  $SG_b$  とした場合に、

25 G 画素領域 104G では、

$$50 \exp(-0.4d) < SG_g < 360 \exp(-$$

0.47d)

... (2)

を満たし、

B画素領域104Bでは、

$$5 \quad 50 \exp(-0.4d) < S G b < 360 \exp(-0.47d)$$

... (3)

を満たし、

R画素領域104Rでは、

$$10 \quad 40 \exp(-0.3d) < S G r < 650 \exp(-0.4d)$$

... (4)

を満たしている。

上記の範囲が、最大コントラストの70%以上を実現できる散乱  
 15 ゲインの最適範囲である。以下にその理由について説明する。先  
 ず、G画素領域104Gでの散乱ゲインの最適範囲は、上記実施の  
 形態A1の第1式より、上記第2式の範囲となる。

B画素領域104Bでは、散乱ゲインの最適範囲は厳密にはG画  
 素領域104Gの散乱ゲインの最適範囲と異なる。しかしながら、  
 20 本発明者の実験結果によれば、B画素領域104Bにおいても、G  
 画素領域104Gと同様の上記第3式の範囲で十分な最適値となっ  
 た。

R画素領域104Rでは、散乱ゲインとパネルギャップとの関係  
 を示す図11から最適範囲として上記第4式を求めたものである。  
 25 なお、図11は上記実施の形態A1と同様な方法により求めたもの  
 であり、図6に対応するものである。



従って、上記第2式～第4式を満たす範囲の散乱ゲインに各画素領域104R, 104G, 104Bを設定することにより、高コントラストのフルカラー表示の反射型液晶表示素子が得られることになる。

- 5      また、本実施の形態では、R画素領域104Rの液晶滴112Rの粒径を $r_R$ 、G画素領域104Gの液晶滴112Gの粒径を $r_G$ 、B画素領域104Bの液晶滴112Bの粒径を $r_B$ とすると、 $r_R > r_G > r_B$ を満たしている。このような構成にすれば、上記第2式～第4式を満たす液晶表示素子の製造が容易になる。以下に  
10      その理由について述べる。

- RGBの液晶滴の粒径と散乱ゲインとは、パネルギャップ、および屈折率異方性の大きさが同じ場合、図12に示す関係を有していることが知られている。ここで、例えば、R画素領域104Rの散乱ゲインを $N_1$  ( $N_1$ は上記第4式の範囲内の値である。)とし、  
15      G画素領域104Gの散乱ゲインを $N_2$  ( $N_2$ は上記第2式の範囲内の値である。)とし、B画素領域104Bの散乱ゲインを $N_3$  ( $N_3$ は上記第3式の範囲内の値である。)とした場合を想定する。この場合、粒径 $r_R$ は、 $r_{R1}$ と $r_{R2}$ のいずれであってもよい。同様に粒径 $r_G$ についても、 $r_{G1}$ と $r_{G2}$ のいずれであってもよく、また、粒径 $r_B$ についても、 $r_{B1}$ と $r_{B2}$ のいずれであってもよい。従って、上記第2式～第4式を満たす液晶表示素子としては、RGBの液晶滴の大小は、複数の組み合わせが可能である。そのうち、 $r_R > r_G > r_B$ を満たすように構成する場合 (例えば $r_{R2} > r_{G2} > r_{B2}$ 場合) には、その他の組み合わせに比べて製造が容易である。すなわち、紫外線をカラーフィルタ160側から照射すればよく、そのようにすれば、カラーフィルタ160  
25

により紫外線の強度がRカラーフィルタ部161、Gカラーフィルタ部162、Bカラーフィルタ部163の順序で弱まり、 $r_R > r_G > r_B$ を満たすように液晶層が形成されるからである。上記以外の組み合わせの場合には、例えばRGBそれぞれ個別にマスクを介して紫外線照射する等の方法を行う必要があり、製造が面倒である。

(実施の形態A4のより具体的な例)

上記実施の形態A4のより具体的な例について説明する。

10 図10に示す液晶表示素子101Cを以下の方法で作製した。即ち、対向側の対向基板103にカラーフィルタ160を形成したことを除けば、基本的には実施の形態A1と同様の方法で作製した。

次いで、RGBのそれぞれの画素領域に対して高コントラストが得られる最適な散乱ゲインの範囲とパネルギャップの関係を実施の形態A1と同様の手法で解析した。このときの最適範囲は、最大コントラストの70%以上が実現できる範囲とした。この結果、前記のように、

$$50 \exp(-0.4d) < S_{Gg} < 360 \exp(-0.47d) \quad \dots (2)$$

を満たすときに高コントラストが得られることが解った。

B画素領域104Bでは、

$$50 \exp(-0.4d) < S_{Gb} < 360 \exp(-0.47d) \quad \dots (3)$$

を満たすときに高コントラストが得られることが解った。

また、R画素領域104Rでは、図12に示す特性が得られ、これにより、

$$40 \exp(-0.3d) < SGr < 650 \exp(-0.4d) \quad \dots (4)$$

を満たすときに高コントラストが得られることが解った。このとき、 $SGr = 100 \exp(-0.27d)$ でコントラストが最大となる。

- 10     なお、実施の形態A1と同様に、G画素領域104Gでは、 $SGg = 265 \exp(-0.5d)$ でコントラストが最大となり、B画素領域104Bでは、 $SGb = 265 \exp(-0.5d)$ でコントラストが最大となる。

- 15     また、このとき液晶滴の粒径をRGBで変えることでゲインの最適化を行なった。具体的には、R画素領域104Rの液晶滴の粒径を $r_R$ 、G画素領域104Gの液晶滴の粒径を $r_G$ 、B画素領域104Bの液晶滴の粒径を $r_B$ とすると、 $r_R > r_G > r_B$ を満たすようにRGB各画素領域の液晶滴を形成した。なお、RGB光の波長は、Bが430nm、Gが540nm、Rが620nmにほぼ対応する。
- 20

#### (実施の形態A5)

- 図13は本発明の実施の形態A5に係わる液晶表示素子101Dの簡略化した断面図である。本実施の形態において、実施の形態A1に対応する部分には同一の参照符号を付して説明は省略する。
- 25     本実施の形態は、上記実施の形態A4と同様にフルカラー表示の反

射型液晶表示素子である。なお、本実施の形態では、ガラスから成る対向基板 103 に代えて、樹脂フィルム基板 103a が用いられている。

本実施の形態では、液晶層厚が RGB 画素領域毎に異なるように構成されている点において実施の形態 A4 と相違する。そして、各 RGB 画素領域毎の散乱ゲインが RGB に対応する最適範囲となるようにセル厚が構成されている。

具体的には、R 画素領域 104R、G 画素領域 104G 及び B 画素領域 104B にそれぞれ対応する層厚を、層厚  $d_R$ 、層厚  $d_G$ 、層厚  $d_B$  (単位  $\mu m$ ) とし、高分子分散型液晶層の緑色光に対する散乱ゲインのうち赤色 (R) 画素領域 4R の散乱ゲインを  $SG_r$ 、緑色 (G) 画素領域 4G の散乱ゲインを  $SG_g$ 、青色 (B) 画素領域 4B の散乱ゲインを  $SG_b$  とした場合に、

G 画素領域 104G では、

$$50 \exp(-0.4 d_G) < SG_g < 360 \exp(-0.47 d_G) \quad \dots (5)$$

B 画素領域 104B では、

$$50 \exp(-0.4 d_B) < SG_b < 360 \exp(-0.47 d_B) \quad \dots (6)$$

を満たし、

R 画素領域 104R では、

$$40 \exp(-0.3 d_R) < SG_r < 650 \exp(-0.4 d_R) \quad \dots (7)$$

を満たしている。

上記の範囲が、最大コントラストの70%以上を実現できる散乱ゲインの最適範囲である。このように高分子分散型液晶層104のうちR画素領域、G画素領域及びB画素領域のそれぞれの層厚を異  
5 ならせることにより、高コントラストのフルカラー表示の反射型液晶表示素子を得ることができる。

また、本実施の形態では、各層厚 $d_R$ 、 $d_G$ 、 $d_B$ は、 $d_R > d_G > d_B$ を満たしている。このような構成により、最適範囲内で同一散乱ゲインを実現する液晶表示素子が得られる。なぜなら、各R  
10 GBに関する層厚と散乱ゲインとは、図14に示す関係がある。この図14から明らかなように、RGBそれぞれが同一散乱ゲインを得るためには、 $d_R > d_G > d_B$ を満たせばよいことが理解される。従って、本実施の形態では、上記第5式～第7式を満たし、且  
つ、 $d_R > d_G > d_B$ を満たすことにより、高コントラストの表示  
15 に加えて、RGBの各画素間でほぼ均一な表示コントラストが得られることになる。

なお、上記の例では、各画素間でほぼ均一な表示コントラストが得られようにするため、 $d_R > d_G > d_B$ を満たすように構成したけれども、本発明はこれに限定されるものではなく、上記第5式～第  
20 7式を満たし、且つ層厚をRGBの各画素毎に個別に変えれば、RGBの各画素のコントラストを任意に制御することが可能となる。

(実施の形態A5のより具体的な例)

上記実施の形態A5のより具体的な例について説明する。

25 図13に示す液晶表示素子101Dを以下の方法で作製した。反射画素電極105a、105b、105cを有するアレイ基板10

2 上にカラーフィルタを60を形成した。次に、RGB画素に対応した凹凸を有するガラス基板（図示せず）に剥離材を塗布し、上記のアレイ基板102と貼り合わせた。次に、基板間に高分子分散型液晶材料を注入し紫外線重合法を用いて高分子分散型液晶パネルを形成した。次に上記のガラス基板を剥離材の部位で剥離した。このとき、高分子分散型液晶層104には、ガラス基板の凹凸に対応してRGB画素ごとに異なる層厚が形成されていた。このとき、層厚 $d_B > \text{層厚 } d_G > \text{層厚 } d_R$ を満たすように形成した。具体的には層厚 $d_B$ は $7\mu\text{m}$ 、層厚 $d_G$ は $4\mu\text{m}$ 、層厚 $d_R$ は $3\mu\text{m}$ とした。次に高分子分散型液晶層104上に絶縁膜110を塗布し、対向電極109を有する樹脂フィルム基板103aを積層して高分子分散型液晶表示素子とした。このとき、コントラストはRGBの各画素で20～25が得られほぼ均一な表示コントラストが得られた。

上記のようにRGBの層厚を個別に変えることで、RGBの画素のコントラストを任意に制御することができる。また、対向基板に樹脂フィルム基板103aを用いることで軽量化が図れる。上記例では凹凸を有するガラス基板を用いたが、これは平坦な高分子分散型液晶層を形成した後に凹凸を有する型で押圧しても良い。

## 20 (実施の形態Aの補足説明)

上記各実施の形態では、緑色光に対する散乱ゲインを用いたけれども、これに限らず、白色光に対する散乱ゲインを用いてもよい。白色光又は緑色光の何れに対する散乱ゲインを用いても、上記第1式～第7式の値はほぼ同様である。白色光に対する人の感度は、緑色成分の強度によりほぼ決定されるため、白色光に対する散乱ゲインと緑色光に対する散乱ゲインとは、ほぼ差がないと考えられるか

らである。

また、本発明に係る液晶表示素子は、液晶滴が高分子中にほぼ独立して存在する形状に限定されるものではなく、互いの一部が繋がった形状でも良い。また、3次元ポリマーネットワークに液晶が挟持された構造でも良い。高分子分散型液晶層は、誘電率異方性が正の液晶を用いたノーマリモードの散乱表示モードであれば材料を問わない。反射層としての反射画素電極はアルミ以外でも良く、クロム等を用いても良く、導電層を設けた誘電多層膜反射板でも良い。更に、また反射画素電極は平坦状であっても良く、また回折格子や鋸歯形状等の微細構造が形成されていても良い。このような構造があると、周囲光の映り込み抑制に効果がある。また、上記実施の形態A1～A3では反射画素電極をソースライン等と同一平面上に作成したが、これは、パシベーション層等を積層した上に反射画素電極を形成しても良い。このとき、パシベーション層を介して反射画素電極をソース、及びゲート上にも作成することで画素開口率が向上し、高輝度化の効果がある。

(実施の形態B1)

本発明の実施の形態B1の散乱型表示素子について、図15～図19に基づいて説明する。この表示素子は、図15に示すように、それぞれ透明電極221a、222aが形成された1対の基板221、222の間に、散乱透過手段としての高分子223と液晶224との複合体層225が設けられて構成されている。また、基板222の外方側には、反射手段としての反射板226が設けられている。

上記基板 2 2 1, 2 2 2 としては、ガラスや樹脂から成るものが用いられる。また、複合体層 2 2 5 としては、例えば高分子分散型液晶やポリマーネットワーク型液晶が用いられる。前者はポリマー中に液晶がほぼ球状に分散して保持されたものであり（一部の液晶滴が連結したものでよい。）、後者は網目状のポリマーネットワークに液晶が保持された、いわゆる連続体網目構造をなしているものである。なお、図 1 5 においては高分子分散型液晶を用いた場合の例を表している。ここで、上記液晶 2 2 4 中の液晶分子は、例えば図 1 6 に模式的に示すように、長軸方向の屈折率  $n_e$  が高分子 2 2 3 の屈折率  $n_p$  と等しく、短軸方向の屈折率  $n_0$  は上記屈折率  $n_p$  と異なるように設定されている。また、液晶分子は、前記透明電極 2 2 1 a, 2 2 2 a 間に電圧が印加されると、長軸方向が電気力線の方向に向くようになっている。

反射板 2 2 6 の表面には、図 1 7 に示すように、表示画面における上下方向に長い略ストライプ状で、左右方向の曲率が上下方向の曲率よりも大きい凸部 2 2 6 a が形成され、異方性散乱手段としても作用するようになっている。すなわち、従来の表示素子のように反射板 2 2 6' の反射面が鏡面に形成されている場合には、図 1 8 (a) に示すように入射光が正反射されるのに対して、本実施の形態 B 1 の反射板 2 2 6 の場合には、図 1 8 (b) に示すように、ある程度乱反射され、かつ、反射光の散乱程度が表示画面の上下方向よりも左右方向に大きくなるように、異方性を有して散乱されるようになっている。

上記のように構成された表示素子において、透明電極 2 2 1 a, 2 2 2 a 間に電圧が印加されていない場合には、液晶 2 2 4 中の液晶分子は、それぞれ長軸方向がランダムな方向を向いている。そこ



で、複合体層 2 2 5 に入射した光は、高分子 2 2 3 と液晶 2 2 4 との界面を通過するごとに種々の方向に屈折する。すなわち、屈折率のミスマッチのために散乱が生じ（散乱状態）、表示画面をどの方向から見ても白濁して見える明表示（白表示）が行われる。しか

5 も、複合体層 2 2 5 の反射板 2 2 6 側に散乱された光も、反射板 2 2 6 に反射され、表示に寄与するので、高輝度な表示が行われる。

一方、透明電極 2 2 1 a, 2 2 2 a 間に所定の電圧が印加されると、液晶 2 2 4 中の液晶分子は、それぞれ長軸方向が電気力線に添う方向に向く。そこで、複合体層 2 2 5 への光の入射方向における

10 高分子 2 2 3 と液晶 2 2 4 との屈折率がほぼ等しくなるために、複合体層 2 2 5 に入射した光は散乱せずに透過し（透過状態）、前述のように反射板 2 2 6 によって異方性を有するように乱反射され、再度、複合体層 2 2 5 を透過する。このため、図 1 9 に示すように、位置 P で示す方向（表示画面の斜め前方）から照射された光源

15 光（外光）は、同図に領域 R で示すように主として表示画面の左右方向に広がる方向に乱反射される。それゆえ、表示画像の通常の視認範囲（領域 Q）では光源光の反射光は視野に入らず、確実に暗表示（黒表示）が行われる。また、上記領域 Q を越える範囲から視認した場合でも、光源光の反射光は散乱によって輝度が低下している

20 ため、階調反転が生じることはなく、また、コントラストの低下は少なく抑えられ、表示上の違和感が軽減される。

上記のような透明電極 2 2 1 a, 2 2 2 a 間への電圧印加の有無による散乱状態と透過状態との切り替えが各画素ごとに行われることにより、ビットマップ画像が表示される。

25 なお、実際には本表示素子の駆動には、T F T（薄膜トランジスタ）を用いたが、駆動方式は限定されず、例えば、ある程度の低電

圧を印加した場合を白表示としてガンマ調整を行うバイアス印加駆動方法を用いると、より良好なコントラストが得られた。

5       なお、反射板 2 2 6 の表面形状は、上記のように略ストライプ状の凸部 2 2 6 a が形成されたものに限らず、縦方向に長い長円状の凸部などが形成されたものでもよい。また、縦方向に亀裂が形成されたものや、かまぼこ状の凸部が形成されたものなどでもよい。すなわち、反射光の散乱程度が例えば表示画面の上下方向よりも左右方向に大きくなるように、異方性を有して散乱されるように形成されていれば、同様の効果が得られる。

10       また、反射板を平板として、液晶パネル中に回折格子を形成するなどしてもよい。ここで、回折格子として、2 次元的な等方性を有するものではなく、表示画面の上下方向に形成された 1 次元的な異方性を有するものを用いることにより、左右方向に回折が発生するので、上記の場合と同様に異方性散乱効果が得られた。なお、上記  
15       のような回折格子は、上面基板付近に形成してもよく、背面基板付近に形成してもよい。また、フォトレジストを用いて基板上に形成してもよい。

#### (実施の形態 B 2)

20       本発明の実施の形態 B 2 の散乱型表示素子について、図 2 0、図 2 1 に基づいて説明する。なお、以下、前記実施の形態 B 1 等、他の実施の形態と同様の機能を有する構成要素については同一の符号を付して説明を省略する。

25       この表示素子は、図 2 0 に示すように、基板 2 2 1 の表面に異方性透過手段としてのレンズシートフィルム 2 3 7 が設けられて構成されている。このレンズシートフィルム 2 3 7 は、図 2 1 に示すよ

うに、表示画面における上下方向の厚さは均一で、左右方向には凸  
レンズとして作用するレンチキュラーレンズが形成されている。ま  
た、反射板 2 3 6 の反射面は平坦に形成されている。なお、反射板  
2 3 6 を設けるのに代えて、透明電極 2 2 2 a を反射性の材料によ  
5 って形成するなどしてもよい。

上記のように構成されていることにより、複合体層 2 2 5 が透過  
状態の場合には、表示素子に入射した光源光の反射光における、表  
示画面の上下方向の光路は、正反射の光路になるが、左右方向の光  
路は、レンズシートフィルム 2 3 7 のレンズとしての作用により、  
10 広がりをもって拡散する。それゆえ、実施の形態 B 1 の表示素子と  
同様に、表示画像の通常の視認範囲では光源光の反射光は視野に入  
らず、確実に暗表示（黒表示）が行われるとともに、さらに広い範  
囲から視認した場合でも、階調反転やコントラストの大幅な低下は  
抑えられる。

15 なお、レンズシートフィルム 2 3 7 は、上記のようにレンチキュ  
ラーレンズが形成されたものに限らず、実施の形態 B 1 の反射板 2  
2 6 における凸部 2 2 6 a と同様に表示画面における上下方向に長  
いの略ストライプ状で、左右方向の曲率が上下方向の曲率よりも大  
きい凸部が形成されたものなどでもよい。

20

#### （実施の形態 B 3）

本発明の実施の形態 B 3 の散乱型表示素子について、図 2.2 ～ 図  
2.4 に基づいて説明する。

この表示素子は、前記実施の形態 B 1 の表示素子と反射板の表面  
25 形状のみが異なる。すなわち、反射手段および出射角変更手段とし  
ての反射板 2 4 6 は、図 2.2 に示すように断面 A-A の断面形状が

鋸刃状で、かつ表面の主傾斜の法線方向が表示画面の下方に傾斜するように形成されている。

上記のような反射板 2 4 6 が設けられることにより、図 2 3 に示すように、複合体層 2 2 5 が透過状態の場合に、表示画面の上方側から表示素子に入射する光源光の入射角  $\alpha$  よりも、出射角  $\beta$  の方が大きくなる。それゆえ、図 2 4 に位置 R で示すように、光源光の反射光は、反射板が平坦な場合の正反射方向よりもさらに下方、すなわち表示画像の通常の視認範囲からかなり離れる方向に向けて反射され、視野に入らず、確実に暗表示（黒表示）が行われる。

さらに、反射板 2 4 6 の傾斜角度を大きくすることで反射光を基板内部に閉じ込めることができた。これによって出射光をほとんど、または全く出射しないようにすることができた。すなわち、透過状態において、出射角度が大きい場合、特に全反射角よりも大きくなると光は出射できなくなる。このように全反射が生じる場合、出射光がないのでパネルに対しての出射角という角度は存在しないが、後述する図 2 7 に示すように、パネルの内部においては、基板 2 2 2 の法線に対する角度が  $\gamma$  の方向から反射板 2 4 6 に入射し、上記法線に対する角度が  $\delta$  の方向に反射されるので、これらの角度  $\gamma$ 、 $\delta$  を実質的な入射角または出射角と考えることもできる。そして、反射板 2 4 6 に上記のような傾斜が形成されることにより、上記出射角  $\delta$  は入射角  $\gamma$  より大きくなる。このため、上記出射角  $\delta$  が全反射角よりも大きくなると、光は基板 2 2 1、2 2 2 によって全反射され、基板中を伝播する。このとき光は外には漏れてこない。この閉じ込められた光は、例えば隣接する画素が散乱状態にあった場合には、この散乱状態の画素で散乱されて出射する。これは表示の明るさを増加させるうえで非常に効果が高い。また、周辺に散乱

状態の画素がなかった場合には、複数回の反射を繰り返すうちにブラックマトリクスやカラーフィルタ等で減衰し最終的には消失する。一部の光は液晶素子の端面にまで達し、端面を光らせるものもあり得るが、この端面を筐体で隠すようにすることなどによって解決することができる。

なお、反射板 2 4 6 の表面形状は、上記のように鋸刃状に限らず、表示画面の上方側から表示素子に入射する光源光の入射角  $\alpha$  よりも、出射角  $\beta$  の方が大きくなる方向に反射するように形成されていればよい。

10

(実施の形態 B 4)

上記実施の形態 B 3 の散乱型表示素子と類似した構成の表示素子について、鋸刃形状の傾斜角に関してより詳しく説明する。なお、図 2 5 等においては、便宜上、傾斜角を誇張して模式的に描いている。

15

この表示素子では、図 2 5 に示すように、反射板 2 4 6 が基板 2 2 2 (アレイ基板) の複合体層 2 2 5 側、すなわち基板 2 2 2 上に形成されたソースライン 2 4 7 a 等を覆う絶縁層 2 4 8 上に設けられ、視差を小さく抑え得るようになっている。また、基板 2 2 1

(対向基板) と透明電極 2 2 1 a (対向電極) との間には、カラーフィルタ 2 2 1 b が設けられている。上記反射板 2 4 6 は、鋸刃レジスト 2 4 6 a 上に画素電極を兼ねる反射層 2 4 6 b が形成されて成っている。上記反射板 2 4 6 における鋸刃形状の繰り返しピッチは、例えば  $2 \mu\text{m}$  以上、 $100 \mu\text{m}$  以下に設定されている。なお、一般に、 $2 \mu\text{m}$  よりも小さくすることはエッジのなまり等が生じやすいなどの加工精度の点で困難である一方、 $100 \mu\text{m}$  よりも大き

25

い場合には鋸刃形状の段差が大きくなり、パネルギャップ（複合体層 2 2 5 の厚さ）の均一性が低下するため、表示むらが生じやすくなる。

この表示素子に、図 2 6 または図 2 7 に示すように、入射角  $\alpha$  で入射した光源光は、前記実施の形態 B 3 で説明したように、出射角  $\beta$  で出射するか、または基板 2 2 1 と基板 2 2 2 との間に封じ込められる。より詳しくは、光源光は基板 2 2 1 で屈折されて、反射板 2 4 6 に、基板 2 2 2 の法線に対する角度が  $\gamma$  の方向から入射し、上記法線に対する角度が  $\delta$ （反射板 2 4 6 の傾斜角を  $\theta$  とすると、 $\delta = 2\theta + \gamma$ ）の方向に反射される。上記反射光は、さらに、基板 2 2 1 により屈折されて出射角  $\beta$ （ $\beta > \alpha$ ）で出射するか（図 2 6）、または、反射板 2 4 6 の傾斜角  $\theta$  が比較的大きく、角度  $\delta$  が基板 2 2 1 の全反射角よりも大きい場合には、基板 2 2 1 で全反射され、反射板 2 4 6 で再度反射されてより深い角度で基板 2 2 1 と反射板 2 4 6 との間を伝搬し、基板 2 2 1 と基板 2 2 2 との間に封じ込められる（図 2 7）。（なお、図 2 6 および図 2 7 においては、便宜上、絶縁層 2 4 8 等は省略して描いている。）

上記入射角  $\alpha$ 、出射角  $\beta$ 、および反射板 2 4 6 の傾斜角  $\theta$  の関係を図 2 8 および図 2 9 に基づいて、より詳しく説明する。ここで、図 2 8 は、入射角  $\alpha$  と出射角  $\beta$  との関係を反射板 2 4 6 の傾斜角  $\theta$  ごとに示し、図 2 9 は、傾斜角  $\theta$  と出射角  $\beta$  との関係を入射角  $\alpha$  ごとに示すものである。

ここで、この種の表示素子は、通常、光源光の入射角  $\alpha$  が約  $30^\circ$  程度となるようにして用いられる。そこで、同図から明らかのように、傾斜角  $\theta$  を約  $5^\circ$  以上に設定することによって、反射光の出射角  $\beta$  が約  $50^\circ$  以上となるようにすることができ、視野角が広

く、輝度およびコントラストの高い良好な表示特性を有する表示素子を得ることができる。

また、傾斜角 $\theta$ が $15^\circ$ に設定される場合には、入射角 $\alpha$ が $30^\circ$ の光源光に対して、反射光の出射角 $\beta$ は約 $80^\circ$ になる。すなわち、極角が $80^\circ$ の方向から視認した場合には、光源光の反射光が視界に入るために階調反転が生じるが、そのような視認方向は通常の視認方向から大きく離れており、実際の使用上は問題とならない。一方、極角が $30^\circ$ の方向から視認した場合には、反射板が平坦である場合のように反射光が視界に入ることはないので、階調反転が生じることなく、キラツキ感のない良好な画像品質の表示が得られる。

また、傾斜角 $\theta$ を約 $15^\circ$ 以上に設定する場合には、入射角 $\alpha$ が $0^\circ$ 以上のいずれの入射光に対しても、出射角 $\beta$ が約 $50^\circ$ 以上となるようにすることができ、傾斜角 $\theta$ を $10^\circ$ に設定する場合でも、出射角 $\beta$ が約 $30^\circ$ 以上となるようにすることができる。

それゆえ、光源光の反射光が視界に入りにくいようにするためには、反射板246の傾斜角 $\theta$ を $5^\circ$ 以上、より好ましくは $10^\circ$ 以上に設定することが好ましい。

さらに、傾斜角 $\theta$ が例えば $18^\circ$ 以上に設定される場合には、約 $30^\circ$ の入射角 $\alpha$ で入射した光源光の反射光は、計算上の出射角 $\beta$ が図28および図29に2点鎖線で示すように $90^\circ$ 以上となり、前記図27に示すように基板221によって全反射され、基板221と基板222との間に封じ込められる。このような出射光の封じ込めは、傾斜角 $\theta$ が大きいほど、より入射角 $\alpha$ が小さな入射光に対しても生じるようにすることができる。

上記のように、反射板246の傾斜角 $\theta$ が大きいほど、出射角 $\beta$

を大きくし、または全反射させて光源光の反射光が視界に入らないようにすることができるが、一方、傾斜角 $\theta$ が大きすぎると、反射板246における鋸刃形状のエッジ部分（ほぼ垂直な部分または傾斜が急な部分）で反射された光による散乱光の影響が大きくなり、

5 かえってコントラストが低下するおそれがある。それゆえ、上記のような散乱光によるコントラストの低下を防止するためには、傾斜角 $\theta$ を $30^\circ$ 以下、より好ましくは $25^\circ$ 以下、さらに好ましくは $15^\circ$ 以下に設定することが好ましい。なお、上記のような散乱光を低減するためには、鋸刃形状のエッジ部分が入射光を吸収するよう

10 うにしたり、エッジ部分には反射層246bを形成せずに入射光を透過させて反射板246の裏面側に回り込ませるようにするなどしてもよい。

以上のように、光源光の反射光が視界に入りにくいようにし、かつ、散乱光によるコントラストの低下を防止するためには、反射板

15 246の傾斜角 $\theta$ を $5^\circ$ 以上、 $30^\circ$ 以下、より好ましくは $5^\circ$ 以上、 $15^\circ$ 以下に設定することが好ましく、この範囲で、所望の光源光の反射方向、すなわち視野角特性等に応じて設定すればよい。

（実施の形態B5）

20 前記実施の形態B4のように反射層246bが画素電極を兼ねるのではなく、対向電極を兼ねるように構成された表示素子の例を説明する。

この表示素子では、図30に示すように、対向基板265として、鋸刃状フィルム基板265a上に対向電極を兼ねる反射層265bが蒸着されたものが用いられている。また、アレイ基板267

25 には、透明画素電極268、上記透明画素電極268にほぼ対応す



る領域に設けられたカラーフィルタ 2 6 9、およびソースライン 2 4 7 a 等が形成されている。

上記対向基板 2 6 5 の鋸刃状フィルム基板 2 6 5 a には、傾斜角  $\theta$  が  $10^\circ$  の傾斜面を有する鋸刃形状が形成されている。なお、傾斜角  $\theta$  の大きさは、 $10^\circ$  に限らず、前記実施の形態 B 4 で説明したように、所望の視野角特性等に応じて設定すればよく、例えば  $5^\circ$  以上、 $30^\circ$  以下に設定することにより、視野角拡大と輝度向上との両立を図ることができる。上記のような鋸刃状フィルム基板 2 6 5 a は、例えば後述する実施の形態 B 1 8、B 1 9 のようにして容易に形成することができるが、これらに限らず、鋸刃形状の凹凸を形成し得る種々の方法を適用してもよい。

上記のように構成された表示素子では、例えば  $30^\circ$  の入射角で入射した光の出射角は約  $62^\circ$  であった。それゆえ、前記実施の形態 B 4 で説明したのと同様に、通常の視認範囲（例えば極角が  $50^\circ$  以内の方向）から視認した場合には光源光の反射光が視界に入ることがないので階調反転が生じることがなく、良好な画像品質の表示が得られる。しかも、対向基板 2 6 5 にフィルム基板が用いられているため、表示素子の軽量化を容易に図ることもできる。

なお、上記の例では、カラーフィルタ 2 6 9 をアレイ基板 2 6 7 側に形成した例を示したが、対向基板 2 6 5 側に形成してもよい。また、カラーフィルタ 2 6 9 は、透明画素電極 2 6 8 にほぼ対応する領域だけでなく、赤、緑、青の画素領域内で、透明画素電極 2 6 8 以外の領域にも形成してもよい。

また、上記のように対向基板 2 6 5 で入射光を反射する構成は、実施の形態 B 1 等に適用してもよい。

## (実施の形態 B 6)

上記各実施の形態と同様の散乱型表示素子において、鋸刃形状等を、そのピッチがランダムになるように形成した例を説明する。

この表示素子では、例えば図 3 1 に示すように、反射板 2 4 6 に  
5 形成された鋸刃形状のピッチが、 $5\mu\text{m}$ 以上、 $20\mu\text{m}$ 以下の範囲でランダムに（近接する鋸刃形状のピッチが概ね互いに異なるように）設定されている。また、各鋸刃形状の傾斜角は $15^\circ$ に設定されている。

このように構成することにより、前記実施の形態 B 3 等と同様に  
10 反射光の出射角が大きくなることによって階調反転等が防止される効果に加えて、反射板 2 4 6 で反射される光の回折が抑制されるので、画像品質の低下を防止することができる。上記のような回折の抑制効果を得るためには、上記鋸刃形状のピッチを $5\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以下に設定することが好ましく、一般にピッチが小さいほど（光の波長に近いほど）回折が生じやすいのに対して、そのような回折の抑制に特に大きな効果が得られる。すなわち、ピッチが小さく設定される場合でも、画像品質の良好な画像を表示することができる。なお、ピッチが大きい場合には回折自体が生じにくくなるが、 $100\mu\text{m}$ 程度になると、ピッチが目視レベルになるため画像  
15 品質が劣化しがちになる。また、画素の大きさは通常 $100\mu\text{m}$ 以下であるため、ピッチが $100\mu\text{m}$ 以上である場合には解像度の低下も招きやすくなる。さらに、ピッチが大きい場合には、鋸刃形状の段差が大きくなり、パネルギャップ（複合体層 2 2 5 の厚さ）の均一性が低下するため、表示むらが生じやすくなる。また、同様の  
20 理由から、ピッチの範囲（最大ピッチと最小ピッチとの差）は、 $30\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $20\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

なお、鋸刃形状の傾斜角は $15^{\circ}$ に限らず、例えば $5^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の範囲で種々に設定してもよい。また、この傾斜角をランダムに、すなわち、鋸刃形状ごとに傾斜角が異なるように設定してもよい。より具体的には、例えば、傾斜角分布を

- 5       $5^{\circ} : 5\%$ 、 $10^{\circ} : 40\%$ 、 $15^{\circ} : 40\%$ 、 $20^{\circ} : 5\%$ などとしてもよい。すなわち、傾斜角が小さいと視認範囲は狭くなるが、視野角方向（例えば $15^{\circ}$ 方向）から見た白輝度は高くなる。一方、傾斜角が大きいと視認範囲は広いが、 $15^{\circ}$ 方向の白輝度は低くなる。そこで、傾斜角の異なる部位を設けることで、視認範囲  
10      をと白輝度を任意に調整することができる。

（実施の形態 B 7）

- 前記実施の形態 B 3 等と同様に光源光の出射角を大きくするとともに、さらに、表示画面の左右方向にも散乱させる表示素子の例について説明する。  
15

- この表示素子に設けられる反射板 249 は、図 32 および図 33 に示すように、表示画面に垂直な方向から見た形状が扇形、半円形状、または部分円形状で、表面がほぼ球面状（すなわちほぼ部分球状）または部分楕円体状などの凸レジスト 249a 上に、反射層 2  
20      49b が形成されて成っている。上記凸レジスト 249a は、高さが $2\mu\text{m}$ で、ソースライン 247a およびゲートライン 247b で囲まれた画素領域ごとに、表示画面における上下方向のピッチが $40\mu\text{m}$ で密集して複数配置されている。また、上記凸レジスト 249a における、図 33 に示す断面での傾斜角度は、 $5^{\circ}$ 以上、 $30^{\circ}$ 以下程度に設定されている。  
25

このように構成されていることにより、各凸レジスト 249a の

- 形状におけるほぼ対称面（図 3 2 の A - A 断面面）内の光路を有する入射光は、前記実施の形態 B 3 等と同様に、入射角よりも大きな出射角で表示画面の下方側方向に出射するため、例えば図 3 3 に矢印 P で示す方向から視認したときの階調反転が防止される。また、
- 5 上記対称面内にない光路や方向の入射光は、概ね表示画面の下方側方向で、かつ左右に発散する方向に出射する。それゆえ、上記矢印 P 以外の方向から視認したときでも、反射光量が少なく抑えられるため、やはり階調反転が低減され、したがって、より広い視野角を得ることができる。
- 10 なお、凸レジスト 2 4 9 a は、上記のように整列して配置せずランダムに配置してもよい。
- また、凸レジスト 2 4 9 a の形状は、上記のように部分球状に限らず、例えば図 3 4 に示すように、前記実施の形態 B 1（図 1 7）の凸部 2 2 6 a に示したようなほぼ紡錘体または楕円体の一部における表示画面の下方側部分の形状をしたものなどでもよい。この場合
- 15 には、反射光を概ね表示画面の下方側で、かつ左右方向に多く散乱させる方向に出射させることができる。

（実施の形態 B 8）

- 20 本発明の実施の形態 B 8 の散乱型表示素子について、図 3 5、図 3 6 に基づいて説明する。
- この表示素子は、前記実施の形態 B 2 の表示素子とレンズシートフィルムの断面形状のみが異なる。すなわち、屈折透過手段としてのレンズシートフィルム 2 5 7 は、図 3 5 に示すように断面 A - A
- 25 の断面形状が凸レンズまたは円柱レンズの上半分だけを並べたような形状に形成されている。

上記のようなレンズシートフィルム 2 5 7 が設けられることにより、図 3 6 に示すように、実施の形態 B 3 の表示素子と同様に、複合体層 2 2 5 が透過状態の場合に、表示素子に入射する光源光の入射角  $\alpha$  よりも、出射角  $\beta$  の方が大きくなり、光源光の反射光が表示  
5 画像の視認範囲から離れる方向に反射されるか、または全く反射されず、視野に入らないので、確実に暗表示（黒表示）が行われる。

なお、レンズシートフィルム 2 5 7 の断面形状は、上記のように半凸レンズ状に限らず、プリズム状など、表示画面の上方側から表示素子に入射する光源光の入射角  $\alpha$  よりも、出射角  $\beta$  の方が大きく  
10 なる方向に屈折するように形成されていればよい。

（実施の形態 B 9）

本発明の実施の形態 B 9 の散乱型表示素子について、図 3 7、図 3 8 に基づいて説明する。

15 この表示素子は、前記実施の形態 B 1 の表示素子と反射板のみが異なる。すなわち、反射手段および出射角変更手段としての反射板 2 6 6 は、図 3 7 に示すようにリトロリフレクタ構造を有し、何れ  
の方向から入射した光も、それぞれ、その入射方向と同じ方向に反射するようになっている。

20 上記のような反射板 2 6 6 が用いられることにより、図 3 8 に示すように、複合体層 2 2 5 が透過状態の場合に、位置 P で示す方向から入射した光源光は、同じ方向である位置 R で示す方向に反射する。それゆえ、表示画像の視認範囲では光源光の反射光は視野に入らない。すなわち、非常に特殊な使用条件でない限り、視認方向に  
25 光源が位置することはないので（そのような位置に光源があると観察者の影ができてしまう。）、光源光の反射光が視野に入ることは

なく、確実に暗表示（黒表示）が行われる。

なお、反射板 2 6 6 としては、全反射を用いるものでも、金属被膜等による反射層が形成されたものでもよい。また、厳密なリトリフレクタ構造を有するものでなくても、概ね入射方向と同じ方向  
5 に反射する特性を有するものであればよい。

（実施の形態 B 1 0）

実施の形態 B 2 のレンズシートフィルム 2 3 7 に代えて、散乱性に異方性を有しない減衰手段としての拡散フィルムを用いても、その透過率を所定の大きさに設定することによって、光源光の反射光  
10 量を減少させ、表示画像におけるコントラストの低下を小さく抑えることができる。ここで、上記透過率は、入射した光の総量に対する、その総量から、光源側の半球領域の方向に戻る光の総量を引いたものの割合と定義した。

上記透過率が、95%以下に設定されることにより、複合体層 2  
2 5 が透過状態の場合における反射板 2 3 6 からの光源光の正反射光量が減少し、表示画像のコントラストの低下を抑え得ることが確認された。ただし、透過率が 50%以下になると、拡散フィルムの  
15 前面で散乱反射されて視野に入る光の量が増加するために、かえって表示画像のコントラストが低下する。そこで、透過率を 50%～95%、好ましくは 70%～95%に設定することにより、良好な  
20 コントラストを得ることができる。また、上記透過率が小さすぎる場合と同様の理由により、拡散フィルムの拡散強度は低いことが好ましい。

25 上記のような拡散フィルムは、実施の形態 B 2 のレンズシートフィルム 2 3 7 のように厳密な光学設計ができないため、視角特性は

若干劣るが、実用上は十分に効果が確認された。しかも、拡散フィルムは、レンズシートフィルム 237 等にくらべて安価であるため、製造コストの増大を抑えつつ、表示素子の表示特性を向上させることができる。

5

(実施の形態 B11)

実施の形態 B1 の反射板 226 に代えて、図 39 に示すような反射手段および減衰手段としてのハーフミラー 276 ~ 278 を用いてもよい。

- 10 図 39 (a) (b) のハーフミラー 276, 277 は、それぞれ、黒色基板 276a、または透明基板 277a 上に、反射性と透過性とを有する反射膜 276b, 277b が形成されて成っている。また、図 39 (c) のハーフミラー 278 は、透明基板 278a と、平坦な反射膜 278b と、傾斜を有する反射膜 278c とが
- 15 積層されて成っている。

- 上記ハーフミラー 276 を用いると、その反射率が低いために、複合体層 225 が散乱状態で明表示（白表示）の場合の輝度は低下するが（ただし、従来の反射板が設けられていない表示素子よりは高い輝度が得られる。）、複合体層 225 が透過状態で暗表示（黒
- 20 表示）の場合の光源光の正反射光の光量も減少するので、コントラストを高くすることができる。

より詳しくは、例えばハーフミラー 276 の反射率を 50%、光源光の光量を 1 としたときの、明表示の場合の表示光量、および暗表示の場合の正反射光量は、下記（表 1）のようになる。

- 25 すなわち、明表示の場合には、入射光量の  $1/2$  は複合体層 225 によって表面側に散乱反射されて出射するとともに、残りのハーフ

フミラー 2 7 6 側に散乱透過した光量のうち、さらに 5 0 % ( $1 / 2 \times 1 / 2 = 1 / 4$ ) がハーフミラー 2 7 6 に反射されて出射する。それゆえ、合計で、 $1 / 2 + 1 / 4 = 3 / 4$  が表示光量となる。なお、従来の反射板を有しない表示素子では、上記表面側に散乱反射される光量だけなので、表示光量は  $1 / 2$ 、反射率が 1 0 0 % の反射板を有する表示素子では、上記散乱透過した光量が全て反射されて出射するので、表示光量は  $1 / 2 + 1 / 2 = 1$  となる。

また、暗表示の場合には、光源光が表示画面に対して斜め方向から入射した場合、その入射光の偏光方向に応じて正反射光量が異なる。まず、表示画面に垂直な方向の偏光成分（液晶分子の長軸方向の偏光成分）に関しては、液晶分子の屈折率が長軸方向の屈折率  $n_e$  と短軸方向の屈折率  $n_o$  との間の屈折率になるので、入射光はある程度散乱される。この散乱される割合を  $\alpha$ 、散乱されずに透過する割合を  $1 - \alpha$  とすると、入射光量のうちの上記偏光成分は  $1 / 2$ 、ハーフミラー 2 7 6 の反射率は 5 0 % だから、正反射光量は、 $1 / 2 \times (1 - \alpha) \times 1 / 2 = (1 - \alpha) / 4$  となる。次に、表示画面に平行な方向の偏光成分（液晶分子の短軸方向の偏光成分）に関しては、上記のような散乱は生じないので、正反射光量は、 $1 / 2 \times 1 / 2 = 1 / 4$  となる。よって、合計で、 $(1 - \alpha) / 4 + 1 / 4 = (2 - \alpha) / 4$  が正反射光量となる。なお、従来の反射板を有しない表示素子では、入射した光源光は反射されないで、正反射光量は 0、反射率が 1 0 0 % の反射板を有する表示素子では、各偏光成分の反射光量が、それぞれ  $(1 - \alpha) / 2$ 、 $1 / 2$  となるので、合計で  $(2 - \alpha) / 2$  となる。

上記正反射光量と表示光量との比を求めると、ハーフミラー 2 7 6 を用いる場合は  $(2 - \alpha) / 3$ 、反射板を有しない場合は 0、反



射率が 100% の反射板を有する場合は  $(2 - \alpha) / 2$  であり、したがって、ハーフミラー 276 を用いることにより、反射板を有しない場合よりも高い輝度、反射率が 100% の反射板を有する場合よりも高いコントラストが得られる。

5 表 1

	表示画面 に対する 偏光方向	入射光量	従来の表示素子		本発明の表示素子	
			反射板 なし	反射板 あり	反射板 (反射率 50%) (実施の形態 7)	反射板 + 偏光板 (実施の形態 9)
A : 散乱状態 (明・白表示) の表示光量	垂直	$1/2$	$1/4$	$1/2$	$3/8$	$3/8$
	平行	$1/2$	$1/4$	$1/2$	$3/8$	$3/8$
	合計	1	$1/2$	1	$3/4$	$3/4$
B : 透過状態 (暗・黒表示) の正反射光量	垂直	$1/2$	0	$(1 - \alpha) / 2$	$(1 - \alpha) / 4$	$(1 - \alpha) / 4$
	平行	$1/2$	0	$1/2$	$1/4$	0
	合計	1	0	$(2 - \alpha) / 2$	$(2 - \alpha) / 4$	$(1 - \alpha) / 4$
B/A			0	$(2 - \alpha) / 2$	$(2 - \alpha) / 3$	$(1 - \alpha) / 3$

一方、ハーフミラー 277 を用い、表示素子の背面側からも外光  
10 が入射し得るようにすると、明表示、暗表示の場合共に背面側から  
の外光の一部が視野に入るので、コントラストは多少低下するが、  
明るい表示画像が得られる。

また、ハーフミラー 278 を用いると、明表示の場合には、反射

膜 2 7 8 b を透過した散乱光が反射膜 2 7 8 c によって反射されるので、前記ハーフミラー 2 7 6 を用いるよりも高い輝度を得られるとともに、暗表示の場合には、反射膜 2 7 8 b を透過した光源光は反射膜 2 7 8 c によって表示画像の視認範囲から離れる方向に反射され、視野に入らないので、高いコントラストが得られる。

なお、上記ハーフミラー 2 7 6 ~ 2 7 8 は、透過率が 5 0 % である必要はなく、反射性と透過性とを有するものであればよく、好ましくは反射率が 9 0 % 以下、より好ましくは 8 0 % 以下であれば、特に良好な表示画像品質が得られる。また、黒色基板 2 7 6 a 上に反射膜 2 7 6 b が形成されたものなどに限らず、基板 2 2 2 に反射膜を形成したり、透明電極 2 2 2 a を反射性と透過性とを有するように形成するなどしてもよい。

ここで上記反射率は、入射した光量に対する、光源側の半球領域の方向に戻る光の総量の割合として定義した。

#### (実施の形態 B 1 2 )

実施の形態 B 1 1 のハーフミラー 2 7 6 ~ 2 7 8 に代えて、基板上にクロムから成る薄膜が蒸着などにより形成されたものを反射手段および減衰手段として用いるようにしてもよい。また、透明電極 2 2 2 a をクロムによって形成するなどしてもよい。このクロムは、一般に反射板として用いられるアルミニウムや銀のような反射率の高い材料に比べて、光の吸収率が比較的高く、反射率が低いため、入射した光のうちの一部だけが反射される。すなわち、前記実施の形態 B 1 1 のハーフミラー 2 7 6 を用いた場合と同じ効果が得られる。

なお、クロムに限らず、反射率が比較的低いものであればよい。

具体的には、反射率が 90 % 以下、好ましくは 80 % 以下であれば、光源光の正反射光量の減少により、コントラストの良好な表示画像を得られることが確認された。また、そのような反射率を有するものであれば、例えば灰色板などを反射板として用いるなどして  
5 もよい。

(実施の形態 B 1 3)

本発明の実施の形態 B 1 3 として、反射板の上面に偏光手段としての偏光板が設けられた散乱型表示素子について説明する。

10 この表示素子は、図 40 に示すように、実施の形態 B 1 の反射板 2 2 6 に代えて、基板 2 2 2 に偏光板 2 8 1 が接着されるとともに、反射板 2 8 2、および保護樹脂層 2 8 3 が形成されて構成されている。上記偏光板 2 8 1 は、表示画面における上下方向の偏光成分の光を透過させ、左右方向の偏光成分の光を吸収するように配置  
15 されている。

上記のように構成されることにより、前記(表 1)に示すような表示光量、および正反射光量になる。すなわち、複合体層 2 2 5 が散乱状態の場合には、散乱光のうちの一方の偏光成分だけが偏光板 2 8 1 を透過して反射板 2 8 2 に反射されるので、表示光量は、反  
20 射率が 50 % の反射板が設けられている場合と同等の  $3/4$  になる。一方、複合体層 2 2 5 が透過状態の場合の正反射光量については、光源光が表示画面の斜め前方から入射する場合、表示画面に垂直な方向の偏光成分(表示画面の上下方向の偏光成分)は偏光板 2 8 1 を透過するので、正反射光量は、反射率が 50 % の反射板が設  
25 けられている場合と同等の  $(1 - \alpha)/4$  になり、表示画面に平行な方向の偏光成分(表示画面の左右方向の偏光成分)は偏光板 2 8

1 に吸収されるので、正反射光量は 0 になる。

したがって、合計の正反射光量は  $(1 - \alpha) / 4$ 、正反射光量と表示光量との比は  $(1 - \alpha) / 3$  となり、反射率が 50% の反射板が設けられている場合に比べて、輝度は同等で、より高いコントラストの表示画像が得られる。

なお、光源光の入射方向や偏光板 281 の配置方向が上記と異なる場合には、コントラストは若干低下するが、それでも、反射率が 50% の反射板が設けられている場合以上のコントラストは得られる。

10      また、偏光板 281 は基板 221 の上面に設けてもよく、この場合でも、表示光量は低下するが、やはり反射率が 50% の反射板が設けられている場合以上のコントラストは得られる。

(実施の形態 B 14)

15      上記各実施の形態において、図 41 に示すように、基板 291 上に、樹脂から成る平滑化層 293 を介して反射電極 294 を形成するようにしてもよい。このような構成によれば、特に、薄膜トランジスタ (TFT) 92 が形成された基板 291 を用いる場合に、上記 TFT 292 の影響による反射電極 294 の凹凸を防止したり、  
20      逆に反射電極 294 の表面形状を所望の形状にしたりすることが容易にできる。また、反射電極 294 が反射板としての機能を有することにより、基板 291 の厚さに起因する視差が防止されるので、表示画像の鮮明度を高くすることも容易にできる。さらに、TFT 292 の位置においても入射した光が反射電極 294 によって反射  
25      されるので、開口率を大きくして、一層輝度を向上させることもできる。

上記のような平滑化層 2 9 3 および反射電極 2 9 4 は、例えば以下のようにして形成される。

(1) 基板 2 9 1 上に、例えばアクリル樹脂から成る平滑化層 2 9 3 を塗布等により形成する。ここで、上記平滑化層 2 9 3 を黒色の樹脂により形成すれば、前記図 3 9 (a) の黒色基板 2 7 6 a と同様の機能を持たせることができる。

(2) 前記実施の形態 B 1、B 3 ~ B 7、B 9 等と同様の表示素子を構成する場合には、平滑化層 2 9 3 が硬化する前の柔軟な状態でプレス加工を施すことにより、所望の表面形状 (凹凸) に形成することができる。これにより、複雑な形状も比較的均一に形成することができ、角度分布を確実に管理して、理想的な形状を形成することができる。

また、反射電極 2 9 4 に散乱性を持たせる場合には、例えば各画素に対応する領域 2 9 7 ごとに図 4 2 に示すようなパターンで、傾斜角度が少しずつ異なる領域 2 9 7 a を形成してもよい。この場合、各領域 2 9 7 a のパターンは上記のものに限らないが、各画素ごとに傾斜角度の異なる領域 2 9 7 a が形成されることが好ましく、また、各画素ごとのパターンは同じであることが好ましい。

(3) T F T 2 9 2 と反射電極 2 9 4 とを接続するためのコンタクトホールをフォトリソリズムおよびエッチングにより形成する。

(4) 蒸着等により、平滑化層 2 9 3 上に反射電極 2 9 4 を形成する。

(実施の形態 B 1 5)

前記実施の形態 B 1 4 の反射電極 2 9 4 に散乱性を持たせる他の構成、および方法について説明する。

この表示素子は、図 4 3 に示すように、アクリル樹脂から成る平滑化層 2 9 3 中に、直径が 0 . 1 ~ 1  $\mu$  m のガラス微粒子 2 9 5 が混入されている。これにより、平滑化層 2 9 3 の表面にわずかな凹凸が形成され、したがって反射電極 2 9 4 も凹凸状になり、散乱性を有するようになる。上記ガラス微粒子 2 9 5 は、各画素内に数個から数十個程度の密度であることが、良好なコントラストを得るうえで望ましい。なお、平滑化層や微粒子としては、上記のものに限るものではない。

また、実施の形態 B 1 の表示素子のように、異方性を有する散乱性を持たせる場合には、例えば、比較的流動性の高い樹脂中に、ガラス微粒子 2 9 5 に代えて長円形状や短ファイバ状などの粒子を混入させて、基板 2 9 1 に塗布等した後、基板 2 9 1 に振動を与えたり、基板 2 9 1 を鉛直に立てたり、また、樹脂膜にエアーを吹きつけたりして、粒子に方向性を持たせればよい。

15

(実施の形態 B 1 6)

前記実施の形態 B 1 4 の反射電極 2 9 4 に散乱性を持たせるさらに他の方法について説明する。

(1) 図 4 4 (a) に示すように、基板 2 9 1 上に、塗布等により例えばアクリル系の樹脂層 2 9 6 を形成する。なお、同図においては、T F T 2 9 2 は省略されている。

(2) フォトリソグラフィによるエッチング等により、図 4 4 (b) に示すように、樹脂層 2 9 6 をパターンニングし、例えばストライプ状などに分断形成する。

25    なお、印刷等の手法により、樹脂層 2 9 6 をあらかじめパターンニングした状態で基板 2 9 1 上に形成するようにしてもよい。

(3) 樹脂層 296 を熱処理することにより軟化させて、いわゆる熱だれにより、図 44 (c) に示すように断面形状が丸みをおびた形状に変形させる。

(4) 上記樹脂層 296 上に反射膜を形成することにより、上記パターンニングおよび熱処理に応じた散乱性を有する反射電極が形成される。すなわち、上記のようにストライプ状にパターンニングした場合には、散乱特性に異方性を有する（反射の角度分布を有する）反射電極 294 が形成される。

上記の方法によれば、金型等を用いることなく、散乱性を有する反射膜を形成することができる。

なお、上記のような反射電極に限らず、同様にして、実施の形態 B1 の反射板 226 を形成することもできる。

(実施の形態 B17)

前記実施の形態 B3 などの反射板 246 等を形成する方法について説明する。

(1) 図 45 (a) に示すように、基板 290 上に、例えば厚さが  $0.5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$  のアクリル等から成る樹脂層 298 を形成する。なお、樹脂層 298 の厚さは、形成する反射面の傾斜角等に応じて設定すればよい。

(2) 図 45 (b) に示すように、フォトレジストの塗布、露光、現像により、ストライプ状などの所定のパターンの保護膜 299 を形成する。

(3) 図 45 (c) に示すように、斜め方向からサンドブラスト、またはドライエッチングを行い、上記保護膜 299 が設けられていない部分の樹脂層 298 を除去する。すなわち、具体的には硬質の

微粒子等を斜め方向から吹きつけることにより、保護膜 299 の陰にならない部分の樹脂層 298 が多く削り取られるので、同図に示すように非対称な凹凸を有する表面形状が形成される。

ここで、サンドブラストは、比較的大きな表面形状を形成するのに適している一方、ドライエッチングは、微細な表面形状を形成するのに適している。

(4) 図 45 (d) に示すように保護膜 299 を除去し、アルミニウムの蒸着等により反射被膜を形成すると、前記図 22 に示すような、鋸刃状の断面形状を有する反射板 246 が形成される。

10      なお、保護膜 299 のパターンやサンドブラストの吹きつけ方向等を種々に設定したり、上記一連の工程を繰り返したりすれば、鋸刃状に限らず、種々の断面形状に形成することができる。また、アクリル樹脂等の透明度の高い樹脂を用い、反射被膜を形成せずに、  
15      図 35 に示すようなレンズシートフィルム 257 を形成してもよい。ただし、このようにして形成されたレンズシートフィルム 257 は、表面の粗さは比較的大きく、屈折性とともな散乱性を有するようになるので、屈折により正反射光の方向を変えたとともな散乱により光量を減少させる場合などに適している。

## 20      (実施の形態 B 18)

前記実施の形態 B 3 等の反射板を形成する他の方法について説明する。

(1) 図 46 (a) に示すように、ソースライン 247a 等が形成された基板 222 上に、厚さが  $1.5\mu\text{m}$  の  $\text{SiO}_2$  から成る絶縁層 248 を形成し、さらに、絶縁層 248 上にポジ型の感光性レジスト (S1811 : シブレイファースト社製) を  $2\mu\text{m}$  の厚さ  
25



で塗布し、所定の温度および時間でブリベークして、第1レジスト層261を形成する。次に、上記第1レジスト層261を、4 $\mu$ m幅の帯状の遮光部が10 $\mu$ mのピッチで形成された第1マスク262を密着させて、紫外線で露光する。

5 (2) 図46(b)に示すように、現像剤(MF926:同)を用いて第1レジスト層261を現像して回折格子状にした後、180 $^{\circ}$ Cで1時間熱処理(アニール)することにより、両側にテール(傾斜面)を有し、高さが2 $\mu$ mで幅が5 $\mu$ mの硬化したストライプパターン261'を形成する。

10 (3) 図46(c)に示すように、ストライプパターン261'上にさらに感光性レジスト(S1811:同)を3 $\mu$ mの厚さで塗布して、第2レジスト層263を形成する。

(4) 図46(d)に示すように、第2マスク264を介して第2レジスト層263を紫外線で露光する。上記第2マスク264は、  
15 幅が前記第1マスク262よりも広い6 $\mu$ mの帯状の遮光部が10 $\mu$ mのピッチで形成されたものを用い、ストライプパターン261'における端部から2 $\mu$ mの部分を覆うように配置する。

(5) 図46(e)に示すように、上記(2)と同様にして第2レジスト層263を現像し、熱処理することにより、鋸刃状の鋸刃レジスト246aが形成される。  
20

(6) 図46(f)に示すように、鋸刃レジスト246aの表面全面にアルミニウムを蒸着して反射層246bを形成することにより、鋸刃状の断面形状を有する反射板246が形成される。ここで、上記反射層246bと、基板222上に設けられた図示しない  
25 TFT素子(薄膜トランジスタ)等とを導通させるためには、あらかじめ鋸刃レジスト246aにコンタクトホールを形成した後に反

射層 2 4 6 b を形成すればよい。また、アルミニウムを鋸刃レジスト 2 4 6 a の表面全面に蒸着せず、鋸刃形状のエッジ部分（ほぼ垂直な部分または傾斜が急な部分）には蒸着しないようにしてもよい。この場合には、上記エッジ部分で透明な鋸刃レジスト 2 4 6 a  
5 が露出していれば、エッジ部分での散乱光を鋸刃レジスト 2 4 6 a を透過させて反射板 2 4 6 の裏面側に回り込ませることができるので、よりコントラストを向上させることができる。

（ 7 ） 上記反射板 2 4 6 が形成された基板 2 2 2 を用いて例えば前記図 2 5 に示したような高分子分散型液晶層を有する反射型液晶表示素子を製造するためには、上記基板 2 2 2 と、透明電極 2 2 1 a  
10 が形成された基板 2 2 1 とを図 4 6 の紙面の左右方向が表示画面の上下方向になるようにして 5  $\mu$ m の間隙（パネルギャップ）を空けて貼り合わせ、上記間隙に高分子分散型液晶材料（例えば P N M 2 0 1 : 大日本インキ化学製）を真空注入法で注入した後、紫外線を  
15 照射して高分子 2 2 3 を重合硬化させるとともに高分子 2 2 3 と液晶 2 2 4 とを相分離させるなどすればよい。

上記のようにして形成された反射板 2 4 6 の断面を電子顕微鏡で観察したところ、傾斜角が 1 0 ° のほぼ鋸刃形状を有する反射層が形成されていた。すなわち、テールを有する 2 層のストライプパターンを位置をずらして積層することにより、ほぼ鋸刃形状などの非  
20 対称な断面形状を容易に形成することができる。

なお、上記（ 4 ）（ 5 ）の露光および現像の際に、ストライプパターン 2 6 1 ' 、およびストライプパターン 2 6 1 ' 上の第 2 レジスト層 2 6 3 が全て残るようにしてもよく、少なくとも、ストライプパターン 2 6 1 ' に対して非対称な部分の第 2 レジスト層 2 6 3  
25 が残るように、他の部分の第 2 レジスト層が除去されるようにすれ

ば、非対称な断面形状を形成することができる。

また、上記（１）（４）の何れかまたは双方の露光工程において、例えば図４７に示すように、紫外線を斜め方向から照射するようにしてもよい。この場合には、鋸刃形状の傾斜角や形状をより制御しやすくなる。

また、上記のように２層のストライプパターンを積層するのに限らず、２層以上積層してもよい。この場合にも、鋸刃形状の傾斜角や形状をより制御しやすくなる。

また、レジスト層の厚さやマスクにおける遮光部の幅、ピッチ等も上記に限らず、表示素子の視野角特性等に応じて設定すればよい。

また、マスクとして、帯状の遮光部を有するものに代えて図３２に示すようなパターンの露光孔が形成されたものを用いれば、実施の形態Ｂ７に示す凸レジスト２４９ａを形成することができる。

また、第２レジスト層２６３は、上記のようにストライプパターン２６１'および基板２２２上の全面に形成するものに限らず、ストライプパターン２６１'の一部の上だけに形成したり、ストライプパターン２６１'の一部または全部の上と基板２２２の一部または全部の上とに形成したりしてもよい。すなわち、ストライプパターン２６１'と第２レジスト層２６３とを相対的にずらして形成することなどにより、容易に非対称な断面形状を形成することができる。

（実施の形態Ｂ１９）

前記実施の形態Ｂ３等の反射板を形成するさらに他の方法について説明する。

(1) 図 4 8 (a) に示すように、前記実施の形態 B 1 8 の (1) と同様に、ソースライン 2 4 7 a 等が形成された基板 2 2 2 上に絶縁層 2 4 8 および第 1 レジスト層 2 6 1 を形成し、上記第 1 レジスト層 2 6 1 を所定の幅およびピッチで帯状の遮光部が形成された第 1 マスク 2 6 2 を介して紫外線で露光する。

(2) 図 4 8 (b) に示すように、前記実施の形態 B 1 8 の (2) と同様に、第 1 レジスト層 2 6 1 の現像 (ウェットエッチング) および熱処理により、両側にテール (傾斜面) を有するストライプパターン 2 6 1' を形成する。

10 (3) 図 4 8 (c) に示すように、上記ストライプパターン 2 6 1' のほぼ半分の部分を覆う第 2 マスク 2 6 4 を用い、アルゴンビームの照射によるドライエッチング処理を行う。これにより、図 4 8 (d) に示すように、ストライプパターン 2 6 1' における第 2 マスク 2 6 4 に覆われなかったほぼ半分の部分が除去され、テール  
15 とほぼ垂直壁とで囲まれた鋸刃状の鋸刃レジスト 2 4 6 a が形成される。

(4) 図 4 8 (e) に示すように、鋸刃レジスト 2 4 6 a の表面全面にアルミニウムを蒸着して反射層 2 4 6 b を形成することにより、鋸刃状の断面形状を有する反射板 2 4 6 が形成される。

20 上記のように、露光、現像、および熱処理を行うことで両側にテールを有するストライプパターンが形成され、次にドライエッチングによりテールの片側部分を、ほぼ垂直に除去することで鋸刃形状を有する反射層を形成することができる。

25 なお、上記各実施の形態においては、高分子分散型液晶やポリマーネットワーク型液晶などの、高分子 2 2 3 と液晶 2 2 4 との複合

体層 2 2 5 が用いられる例を示したが、これらに限らず、例えば液晶への交流電圧の有無を制御するものなど、散乱状態と透過状態とに切り替えることにより表示を行う散乱型の表示素子であれば、同様の効果を得ることができる。

- 5      また、実施の形態 B 1 1 のようにハーフミラーを用いる場合や、黒色基板 2 7 6 a として多少透光性を有するものを用いる場合などには、表示素子の背面側にバックライトユニットを設け、明るい表示を行う場合にはバックライトを点灯する一方、消費電力を小さく抑える場合にはバックライトを消灯して外光だけによって表示を行う、いわゆる半透過型の表示素子を構成してもよい。
- 10

- また、上記各実施の形態を種々組み合わせてもよい。具体的には、例えば、実施の形態 B 1 の反射板 2 2 6 を実施の形態 B 1 1 と同様にハーフミラーで形成したり、さらに実施の形態 B 1 3 の偏光板 2 8 1 を設けたりして、正反射光の散乱と反射率の減少とによる
- 15      光量の低減を図るなどしてもよい。

また、カラーフィルタを設けて、カラー画像を表示し得るようにしてもよい。

- 20      以下、本発明の実施の形態 C について図面に基づいて説明する。この実施の形態 C は、駆動電圧を適切に設定することによって、高輝度化および高コントラスト化を図ることができるものである。

(実施の形態 C の概要)

- 25      図 4 9 は実施の形態 C に係る液晶表示装置の簡略化した断面図である。本実施の形態に係る液晶表示装置 3 0 1 は、反射型の液晶表

示装置である。この液晶表示装置 301 は、下基板 302 と、下基板 302 に対向する上基板 303 と、アルミニウムから成る反射板 304 と、反射板 304 と上基板 303 間に配置された液晶層 305 とを有する。この液晶層 305 は、散乱状態と透過状態の切り替えにより表示を行う散乱液晶で構成されている。散乱液晶としては、例えば、高分子分散型液晶、動的散乱型液晶 (DSM: dynamic scattering mode)、コレステリック・ネマテック相転移型液晶などが例示される。

図 50 は液晶表示装置 301 の表示動作を説明するための図であり、図 51 は液晶表示装置 301 の輝度－電圧特性を示すグラフである。この液晶表示装置 301 は、電圧無印加時には散乱状態で明状態を示すいわゆるノーマリホワイトの散乱型液晶表示装置である。この液晶表示装置の表示動作について説明すると、電圧無印加時、即ち印加電圧が 0 V のときは、液晶層 305 は散乱モードとなっているため、図 50 (a) に示すように入射光 L1 が反射板 304 により前面側に反射され、この反射光は、散乱光となる。このときの散乱状態はすべての方向について均一に散乱 (等方散乱) するため、便宜上散乱状態を紙面を含む平面内において模式的に示すと参照符号 A1 で示すように真円となる。ここで、観察方向 M1 を、液晶層 305 の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される出射光 (正反射光に相当する) L2 の出射方向と異なる方向 [(図 50 (d))] に設定するものとする。即ち、正反射光のみを避けて見ることを、観察条件とする。従って、このような観察条件は、液晶表示画面の観察態様としては、特に不自然なものではない。

このような観察方向 M1 から観察すると、散乱光の一部が観察方向 M1 と一致し、これにより、明状態の表示となる。この図 50

(a) に示す状態を輝度－電圧特性で示すと、図 5 1 に示すように輝度がほぼ 40 % 程度となる。

次いで、印加電圧が 0 V から上昇していくと、散乱状態は低下していく。ところが、散乱状態が低下していくと、反射光は一定方向に収束すべく、散乱範囲が徐々に小さくなっていき、参照符号 A 2 で示すように楕円散乱状態となる。従って、一定の観察方向 M 1 に一致する反射光量が徐々に大きくなる。そして、印加電圧が  $V_p$  ( $= 2.5 \text{ V}$ ) に達すると、観察方向 M 1 に一致する反射光量が最大となり、図 5 1 に示すように最大輝度 70 % が得られる。

そして、印加電圧が  $V_p$  を超えると、収束方向（反射光 L 2 の方向）に向けて散乱範囲が更に小さくなり、反射光は一定の観察方向 M 1 からずれていくことになる。そのため、輝度は、図 5 1 に示すように印加電圧の増加に連れて減少していく。そして、印加電圧が  $V_1$  ( $= 4 \text{ V}$ ) のとき、輝度は初期の電圧無印加時の輝度 40 % よりも小さい 35 % 程度まで低下する。そして、印加電圧が  $V_2$  ( $= 6.5 \text{ V}$ ) のときは図 5 0 (d) に示す状態となり、輝度は図 5 1 に示すように略 0 % となる。

尚、上記の図 5 1 に示す輝度－電圧特性は、液晶表示装置 3 0 1 が以下の条件下、本発明者が実験して得られたものである。

セル厚：  $9 \mu\text{m}$

入射光の入射角度  $\theta_1$ ：30 度

観察方向と基板に対して垂直方向との成す角度（視角） $\theta_2$ ：15 度

このようにして、散乱モードの液晶表示装置 3 0 1 では、電圧無印加時における輝度  $I$  が、電圧印加により一旦輝度が上昇し、ピーク値  $I_p$  ( $= 70$ ) に達し、その後は減少していき、最終的には略

0%となることが理解される。よって、本実施の形態に係る液晶表示装置301では、輝度がピーク値 $I_p$ となる電圧値 $V_p$ に印加電圧を設定すれば、最大輝度を得ることができる。よって、本実施の形態に係る液晶表示装置を駆動するに際しては、最大輝度に対応する電圧値 $V_p$ と略最低輝度となる電圧値 $V_2$ の範囲（この実施の形態では2.5V～6.5Vの範囲）を駆動範囲とすることにより、従来例よりも明るい表示が可能となる。また、上記駆動範囲で駆動することにより、電圧－輝度特性にピークが存在しないことになり、階調反転が生じることが防がれる。なお、最低輝度となる電圧値 $V_2$ は、6.5Vに限定されるものではなく、略0%の輝度となる電圧値であれば、充分である。また、上記の実施の形態では、電圧無印加時に完全散乱状態となっていたけれども、本発明はこれに限定されるものではなく、電圧無印加時において、少なくとも、図50(b)に示す楕円散乱状態よりも完全散乱に近い楕円散乱状態となるような散乱強度を有する液晶表示装置であれば十分である。

（その他の事項）

（1）上記実施の形態では、反射型の液晶表示装置について説明したけれども、透過型の液晶表示装置についても本発明は好適に実施することができる。

（2）また、バイアス電圧による駆動方式、例えば対向反転駆動、容量結合駆動、さらにはFG（フローティングゲート）駆動についても本発明は好適に実施することができる。

（3）更に、本発明は、散乱モードの液晶表示装置であれば、アクティブマトリクス型、単純マトリクス型のいずれの液晶表示装置にも好適に実施することができる。

なお、上記（1）～（3）の具体的内容は、以下において詳細に



説明する。

(実施の形態 C 1)

以下、実施の形態 C 1 について、より具体的に説明する。

- 5 図 5 2 は実施の形態 C 1 に係る高分子分散型の液晶表示装置 3 0 1 A の断面図である。上記実施の形態 C の概要で説明した液晶表示装置に対応する部分には同一の参照符号を付す。この液晶表示装置 3 0 1 A は、液晶層 3 0 5 A を構成する散乱型液晶として、高分子分散型液晶を用いて構成されている。この液晶表示装置 3 0 1 A
- 10 を、一般的な方法で製造した。即ち、表面に反射板 3 0 4 が形成されたガラス基板（下基板 3 0 2 に相当）と、ITO 電極が形成されたガラス基板（上基板 3 0 3 に相当）とを、シール剤を介して貼り合わせ、空セルを製作する。次いで、前記空セル内に液晶と高分子の混合溶液（例えば、大日本インキ株式会社製 P N M 2 0 1）を真空注入法で注入した。その後、高圧水銀ランプを用いて、照射強度  $20 \text{ mW} / \text{cm}^2$  で 6 0 秒間紫外線を照射し、高分子の光重合により、液晶と高分子を相分離させ散乱型の液晶層 3 0 5 A を作製した。尚、セル厚は  $9 \mu\text{m}$  とした。
- 15

- 次いで、上記構成の液晶表示装置 3 0 1 A の電圧－輝度特性を、
- 20 入射角度  $\theta 1$  : 3 0 度、視角  $\theta 2$  : 1 5 度の条件下で、測定したところ図 5 1 と同様な曲線が得られた。従って、高分子分散型の液晶表示装置 3 0 1 A において、最大輝度に対応する電圧値  $V_p$  と最低輝度に対応する電圧値  $V_2$  の範囲（2 . 5 V ~ 6 . 5 V の範囲）で駆動することにより、従来例よりも明るい表示が可能となり、ま
- 25 た、階調反転を防止することができることが認められる。

なお、上記のような範囲の電圧で駆動するためには、例えば 0 V

～上限の電圧まで出力し得る駆動回路によって上記範囲の電圧を発生させるようにしてもよいが、上限と下限の電圧の差の電圧を発生する駆動回路と、下限の電圧を発生するバイアス回路とを用いるようにしてもよい。後者の場合には、駆動回路が出力する電圧の絶対値が低くなるので、駆動回路を構成するトランジスタとして耐圧の低いものを用いることなどができる。

(実施の形態 C 2)

図 5 3 は実施の形態 C 2 に係る液晶表示装置の断面図である。この実施の形態 C 2 では、カラー表示のアクティブマトリクス型の液晶表示装置 3 0 1 B の例が示されている。液晶表示装置 3 0 1 B の主たる構成要素を説明すると、下基板として、アクティブマトリクス基板 3 1 0 が使用され、このアクティブマトリクス基板 3 1 0 上には、アモルファスシリコンから成る薄膜トランジスタ (T F T : Thin Film Transistor) 3 1 1 が形成されている。このアクティブマトリクス基板 3 1 0 に対向して、対向電極としての I T O 電極 3 1 2 が形成された対向基板 3 1 3 が配置されている。また、この I T O 電極 3 1 2 の内側表面には、カラーフィルタ 3 1 4 及びブラックマトリクス 3 1 5 が形成されている。尚、図 5 3 において、3 1 6 は例えばアルミニウムなどから成る反射画素電極である。

上記の液晶表示装置 3 0 1 B を用いて対向反転駆動を行なう際に、対向反転駆動のために印加されるバイアス電圧値を、輝度－電圧特性のピーク輝度に対応する電圧値  $V_p$  とすれば、図 5 1 の駆動範囲で駆動することになり、最も明るい表示が可能となる。本発明者が実際に約 2 ～ 3 V のバイアス電圧を印加し、対向反転駆動を行なったところ、電圧無印加時よりも明るい表示が得られた。また、

中間調表示の場合、階調反転がなく、表示品位も良好であった。

比較のため、バイアス電圧を 0 V で表示した場合（通常の駆動）、実施の形態 C 2 よりも暗い表示状態であった。また、中間調表示を行なった場合、白レベルの階調が反転してしまい、表示品位  
5 が大幅に損なわれた。これは、以下の理由によるものと考えられる。即ち、バイアス電圧を 0 V とした場合には、この 0 V での明るさよりも約 2 ～ 3 V の印加電圧の場合の方が輝度が大きいため、0 V での輝度に基づいて設定した白レベルよりも、さらに白レベルがアップするので、白レベルの階調が反転してしまうからである。

10 上記例では、対向反転駆動について説明したけれども、バイアス電圧を印加する F G（フローティングゲート）駆動（電気情報通信学会論文誌：1991年 123 P47）や、容量結合駆動（フラットパネルディスプレイ：1993年 P128）についても同様に適用することが可能である。

15

（実施の形態 C 3）

本発明は、反射型液晶表示装置に限らず、透過型液晶表示装置にも適用することができる。具体的な構成としては、実施の形態 C 2 の反射画素電極 3 1 6 に代えて、ITO などの透明電極とし、バック  
20 ライトを基板の背後側に設けられるように構成すればよい。

このような透過型液晶表示装置について、バックライトからの入射光の入射角  $\theta 1$  を 30 度、視角  $\theta 2$  を 15 度として、電圧－輝度特性を測定したところ、図 5 1 と同様な輝度－電圧曲線が得られた。また、上記実施の形態 C 2 と同様に、所定の大きさのバイアス  
25 電圧を印加することで、明るい表示が得られた。また、中間調表示を行なったけれども、階調反転が生じることはなかった。

## (実施の形態 C 4)

実施の形態 C 4 に係る液晶表示装置は、電圧無印加時には透過状態で暗表示状態を示す、いわゆるノーマリブラックの散乱型液晶表示装置である。実施の形態 C 4 に係る液晶表示装置を、アクティブマトリクス基板を用いて特開平 9-817630 号公報に記載の方法により製造した。なお、セル厚は  $15\text{ }\mu\text{m}$  とした。

上記方法により製造された液晶表示装置について、入射光の入射角度  $\theta_1 = 30$  度、視角  $\theta_2 = 15$  度の条件で輝度-電圧特性を測定したところ、図 5 1 に示す曲線を反転させたような図 5 4 に示す曲線が得られた。即ち、印加電圧が  $0\text{ V}$  から閾値電圧  $V_{th} (= 1.8\text{ V})$  に達するまで輝度が略 0 レベルであり、印加電圧が閾値電圧  $V_{th}$  を超えると印加電圧の上昇に連れて、輝度レベルが上昇してピーク値  $I_p$  (輝度レベル 70%) に達し、その後は下降していく輝度-電圧特性であった。尚、ピーク値  $I_p$  に対応する電圧値  $V_p$  は  $5\text{ V}$  であった。

このような図 5 4 に示す輝度-電圧特性が得られる理由を、以下に説明する。ノーマリブラックの場合、散乱状態はノーマリホワイトの場合と逆であることから、反射光の散乱状態は、基本的には図 5 0 (d)  $\rightarrow$  図 5 0 (c)  $\rightarrow$  図 5 0 (b)  $\rightarrow$  図 5 0 (a) の過程を経ることになる。よって、輝度-電圧特性として、図 5 4 に示す曲線が得られたものである。

このように、ノーマリブラックの場合についても、ノーマリホワイトの場合と同様に輝度-電圧特性に、ピーク値  $I_p$  が存在している。よって、ノーマリホワイトの場合の液晶表示装置において、最大輝度に対応する電圧値  $V_p (= 5\text{ V})$  と閾値電圧値  $V_{th} (= 1.$

8 V) の範囲で駆動すれば、従来よりも明るい表示が可能となり、また、階調反転の発生を防止できる。

(実施の形態 C 5)

5      この実施の形態 C 5 では、本発明を、単純マトリクス基板を使用した単純マトリクス型の液晶表示装置に適用した。この液晶表示装置において、電圧平均化法に基づく単純マトリクス駆動を行なうに際して、走査電極が ON 期間（走査線選択期間）における走査電極電圧  $V_D$  と信号電極電圧  $V_S$  の和 ( $V_D + V_S$ ) が画素電極電圧  
10      ( $V_D + V_S$ ) を上記のピーク輝度に対応する電圧値となるように設定しておけば、十分な明るさの表示を行なうことが可能である。なぜなら、画素電極電圧 ( $V_D + V_S$ ) を上記のピーク輝度に対応する電圧値に設定することにより、実質的には図 5 1 に示す電圧－輝度特性における電圧範囲 ( $V_P \sim V_2$ ) で駆動することになるからである。  
15

尚、参考までに本発明者が、上記実施の形態 C 1 ～ C 4 の液晶表示装置を用いて電圧平均化法に基づく疑似的な単純マトリクス駆動を行なった。この結果、単純マトリクス駆動でも十分な表示品位を得ることができた。また、走査線数も 16 まではきれいな表示とな  
20      った。（電圧輝度特性のガンマ特性を急峻化させることで、さらに走査線数を増加させることが可能になる。）なお、「疑似的な単純マトリクス駆動」とは、一対の基板が単純マトリクス基板用ではないが、単純マトリクス基板とみなして駆動を行なったことを意味する。

25

(実施の形態 C 6)

図 5 5 は実施の形態 C 6 に係る反射型液晶表示装置において使用した反射板の斜視図であり、図 5 6 は図 5 5 の断面図である。この実施の形態 C 6 では、「リトロリフレクタ」を反射板 3 2 0 として使用した。ここで「リトロリフレクタ」とは、入ってきた光をその入射方向に反射する特徴を有する反射板を意味する。この反射板 3 2 0 を使用すると、光源方向に非常に強い反射が発生する。しかし、非常に特殊な使用条件でない限り、光源方向と観察方向とは一致しない。観察者が光源方向に存在すると、観察者の影ができるためである。よって、反射光を光源側に返しても実用上は何等問題がない。そこで、上記反射板 3 2 0 を使用することにより、反射光を避けて見ることになり、本発明における輝度－電圧特性の観察条件を充足することができる。従って、このような実施の形態 C 6 に係る反射型液晶表示装置においてもまた、最大輝度となる電圧値  $V_p$  と最低輝度となる電圧値の範囲で駆動すれば、従来よりも明るい表示が可能となり、また、階調反転の発生を防止できる。

#### (実施の形態 C 7)

液晶表示装置における輝度－電圧特性の温度依存性、およびその最適化について説明する。

前記実施の形態 C 1 で示した液晶表示装置（ただしセルギャップは  $7\mu m$ ）について、輝度－電圧特性の温度変化を測定したところ、図 5 7 に示すようになった。また、輝度がピークになる電圧を温度に対してプロットしたものを図 5 8 に示す。

これらの図から解るように、輝度がピークになる電圧は使用温度に応じてシフトする。このような輝度－電圧特性の温度依存性は、例えば液晶材料の屈折率異方性の大きさ  $\Delta n$  が温度によって変化する

ることなどに起因する。そこで、種々の使用温度において高い輝度およびコントラストを得るためには、駆動電圧範囲を使用温度に応じて調整することが好ましい。この場合、駆動電圧範囲の上下限ともに調整するようにしてもよいが、特に、駆動電圧範囲における高輝度側（図 5 7 においては低電圧側）の電圧は、最高輝度やコントラスト、階調反転の有無に与える影響が大きいため、少なくとも高輝度側の電圧を調整することが、より好ましい。

上記のような調整は、手動で行うようにしてもよいが、例えば図 5 9 に示すように、液晶表示装置 3 3 1 の表示領域 3 3 2 の近傍に温度センサ 3 3 3 を設けるとともに、上記温度センサ 3 3 3 に A/D 変換回路 3 3 4 を介して接続されたメモリ 3 3 5 に上記温度センサ 3 3 3 の出力に応じた駆動電圧範囲の上下限電圧を示すデータをあらかじめ保持させておき、駆動回路 3 3 6 が上記メモリ 3 3 5 から読み出されたデータに基づいた駆動電圧範囲の電圧を出力するようにするなどしてもよい。

また、例えば図 6 0 に示すように、液晶表示装置 3 4 1 の表示領域 3 4 2 の近傍に輝度検出領域 3 4 2 a を形成するとともに、A/D 変換回路 3 4 4 に接続されたフォトセンサ 3 4 3 を設け、制御回路 3 4 5 の制御により駆動回路 3 4 6 に駆動電圧をスキャンさせて輝度がピークとなる電圧を検出し、検出結果に基づいてバイアス電圧を求めるようにしてもよい。

なお、上記のような輝度がピークとなる電圧の検出は、装置の電源投入時に行うようにしてもよいし、画像表示に与える影響が問題とならない場合などには、表示動作中に常時、または定期的に行うようにしてもよい。また、温度の検出は、装置の電源投入時にだけ行うようにしてもよいが、画像表示に影響を与えることはないの

で、表示動作中に常時、または定期的に行うようにすればよい。

(実施の形態 C 8)

上記実施の形態 C 7 で説明した輝度－電圧特性の温度依存性は、  
5 セルギャップの大きさや液晶滴の粒径などによって異なったものとなる。具体的には、例えば、セルギャップの大きさが  $7\mu\text{m}$ 、 $12\mu\text{m}$ 、または  $3\mu\text{m}$  の場合の輝度－電圧特性の温度依存性は、それぞれ、図 5 7、図 6 1、図 6 2 のようになり、ほぼ  $20^\circ\text{C}$ 、 $60^\circ\text{C}$ 、 $0^\circ\text{C}$  のときにピーク輝度が最高になる。このようにピーク輝度  
10 度が最高になる温度が異なるのは、以下のような理由によると考えられる。すなわち、一般に、 $\Delta n$  は高温では小さく、低温では大きくなり、これに伴って、散乱強度は高温で小さく、低温で大きくなる。一方、ピーク輝度が最高になる散乱ゲインの範囲はセルギャップの大きさなどによって定まり、散乱ゲインがこの範囲（最適範囲）より大きくても小さくてもピーク輝度は低くなる。それゆえ、  
15 上記のように使用温度に応じて輝度－電圧特性が変化すると考えられる。

そこで、例えば  $0\sim 60^\circ\text{C}$ 、 $10\sim 40^\circ\text{C}$ 、 $20\sim 30^\circ\text{C}$  などの使用温度においてピーク輝度が最高になるように、セルギャップの  
20 大きさや液晶滴の粒径、所定の温度での  $\Delta n$  の大きさなどを適切に設定することによって、高輝度かつ高コントラストな画像を表示させることができる。

また、液晶材料の  $\Delta n$  は、基本的には温度依存性が少ないことが好ましい。ここで、 $\Delta n$  は、一般に液晶材料が高温側の等方相から  
25 液晶相に相転移した時点から急激に増加する特性を有する。それゆえ、使用温度範囲での  $\Delta n$  の温度依存性の影響を低減するために



は、液晶材料の相転移温度が高いことが好ましい。そこで、本発明者が種々検討した結果、相転移温度が使用温度範囲の上限よりも15℃程度以上、好ましくは20℃程度以上高ければ、使用上問題ないことがわかった。また、相転移温度が80℃以上であれば、材料的な制限は大きくなるが、使用上はやはり問題ないことがわかった。

#### (実施の形態C9)

輝度－電圧特性は、例えば液晶層を保持する1対の基板に非対称な表面処理を施した場合などには、例えば図63に示すように複数の輝度のピークが生じることがあった。このような場合には、電圧が高いほうの輝度のピークが生じる電圧から輝度がほぼ0レベルとなる電圧にかけて輝度が単調減少する範囲の電圧を駆動電圧範囲とすれば、階調反転等を生じることなく、また、 $\gamma$ 補正によって階調性の良好な画像を表示することが容易にできる。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明によれば、高分子分散型液晶層の散乱ゲイン、パネルギャップ、及び $\Delta n d$ 等を制御することで、液晶分率を大きくすることなく、高コントラスト、及び高輝度な反射型の高分子分散型液晶表示素子を実現することができる。

また、散乱型表示素子に入射した光を、異方性を有する範囲の方向に散乱させて出射させる異方性散乱手段や、その入射角と出射角とが等しくない方向に出射させる出射角変更手段、また、反射光量

を減衰させる減衰手段を備えることにより、反射光の輝度を減少させるたり、視野に入りにくい方向に出射させたりして、輝度反転やコントラストの低下などの外光の反射光による影響を排除または大幅に軽減することができ、輝度反転やコントラストの低下が生じにくいようにして、視認性のよい、良好な表示画像品質の散乱型表示素子を得ることができる。

さらに、新たに見いだされた、液晶層の散乱状態と透過状態との変化過程中に輝度レベルにピーク値が存在するような輝度－電圧特性に基づいて液晶表示素子の駆動条件を設定することにより、高輝度、高コントラストで、階調反転も生じにくい反射型の散乱型液晶表示素子を得ることができる。

したがって、本発明は、携帯情報端末や、携帯ゲーム機器等の表示素子を有する装置の分野において有用である。

15

20

25

## 請 求 の 範 囲

## ( 1 )

5 一対の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一対の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

10 前記高分子分散型液晶層の厚みに応じて、前記高分子分散型液晶層の散乱ゲインが設定されていることを特徴とする反射型液晶表示素子。

## ( 2 )

15 前記散乱ゲインが、前記高分子分散型液晶層を透過型パネルに形成した場合の透過光に対する散乱ゲインであることを特徴とする請求項 1 記載の反射型液晶表示素子。

## ( 3 )

前記高分子分散型液晶層の厚み  $d$  が、 $3\ \mu\text{m}$  以上、 $8\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする請求項 1 記載の反射型液晶表示素子。

## ( 4 )

20 前記高分子分散型液晶層の厚みに応じて、前記高分子分散型液晶層における液晶滴の粒径が設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の反射型液晶表示素子。

## ( 5 )

25 一対の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一対の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型

液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

- 前記高分子分散型液晶層に含まれる液晶の屈折率異方性の大きさに応じて、前記高分子分散型液晶層の散乱ゲインが設定されていることを特徴とする反射型液晶表示素子。

(6)

前記液晶の屈折率異方性の大きさに応じて、前記高分子分散型液晶層における液晶滴の粒径が設定されていることを特徴とする請求項5記載の反射型液晶表示素子。

10 (7)

- 一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

前記高分子分散型液晶層の厚みと、前記高分子分散型液晶層に含まれる液晶の屈折率異方性の大きさに応じて、前記高分子分散型液晶層の散乱ゲインが設定されていることを特徴とする反射型液晶表示素子。

20 (8)

- 一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

前記高分子分散型液晶層の厚みを  $d$  ( $\mu\text{m}$ )、前記高分子分散型

液晶層の散乱ゲインを  $SG$  とした場合に、

$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

が成立つことを特徴とする反射型液晶表示素子。

5 (9)

前記散乱ゲインが、前記高分子分散型液晶層を透過型パネルに形成した場合の透過光に対する散乱ゲインであることを特徴とする請求項 8 記載の反射型液晶表示素子。

(10)

10 前記高分子分散型液晶層の厚み  $d$  が、 $3 \mu m$  以上、 $8 \mu m$  以下であることを特徴とする請求項 8 記載の反射型液晶表示素子。

(11)

前記液晶層の散乱ゲインが、10 以上、200 以下であることを特徴とする請求項 8 記載の反射型液晶表示素子。

15 (12)

前記液晶層の散乱ゲインが、液晶表示装置の使用温度範囲内で、10 以上、200 以下であることを特徴とする請求項 11 記載の反射型液晶表示素子。

(13)

20 一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

25 前記高分子分散型液晶層の厚みを  $d$  ( $\mu m$ )、前記高分子分散型液晶層の散乱ゲインを  $SG$  とした場合に、

$$50 \exp(-1.6 \Delta n \cdot d) < SG < 360 \exp(-1.88 \Delta n \cdot d)$$

が成立つことを特徴とする反射型液晶表示素子。

(14)

- 5 前記散乱ゲインが、前記高分子分散型液晶層を透過型パネルに形成した場合の透過光に対する散乱ゲインであることを特徴とする請求項13記載の反射型液晶表示素子。

(15)

- 10 前記高分子分散型液晶層の厚み  $d$  が、 $3 \mu m$  以上、 $8 \mu m$  以下であることを特徴とする請求項13記載の反射型液晶表示素子。

(16)

前記液晶層の散乱ゲインが、10以上、200以下であることを特徴とする請求項13記載の反射型液晶表示素子。

(17)

- 15 前記液晶層の散乱ゲインが、液晶表示装置の使用温度範囲内で、10以上、200以下であることを特徴とする請求項16記載の反射型液晶表示素子。

(18)

- 20 一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうちの一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

- 25 液晶の複屈折率と高分子分散型液晶層の厚みの積が、 $0.6 \mu m$  以上、 $2.2 \mu m$  以下であることを特徴とする反射型液晶表示素子。

( 1 9 )

前記液晶滴の粒径が、 $0.7\mu\text{m}$ 以上、 $2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 18 記載の反射型液晶表示素子。

( 2 0 )

- 5 前記液晶の複屈折率が、 $0.15$ 以上、 $0.27$ 以下であることを特徴とする請求項 18 記載の反射型液晶表示素子。

( 2 1 )

前記高分子分散型液晶層の厚みが、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 18 記載の反射型液晶表示素子。

- 10 ( 2 2 )

一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうちの一方の基板に反射層が形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

- 15

前記液晶滴のうち一对の基板界面近傍に存在する液晶滴が、基板に大円を接するほぼ半球状に形成され、かつ、前記半球状の液晶滴内部の液晶が基板と平行な方向にほぼ一様に配向していることを特徴とする反射型液晶表示素子。

- 20 ( 2 3 )

前記一对の基板のうちの一方の基板界面に形成された前記半球状の液晶滴内部の液晶の配向方位と、前記一对の基板のうちの他方の基板界面に形成された前記半球状の液晶滴内部の液晶の配向方位とは、互いにほぼ平行であることを特徴とする請求項 22 記載の反射

- 25 型液晶表示素子。

( 2 4 )

前記高分子分散型液晶層の厚みが、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $8\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項22記載の反射型液晶表示素子。

(25)

5 一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成され、前記一方の基板または他方の基板の何れか一方にRGBカラーフィルタが形成され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型液晶層の光散乱状態を変化させて表示を行なう反射型液晶表示素子において、

10 前記高分子分散型液晶層の厚みを $d(\mu\text{m})$ 、前記高分子分散型液晶層の緑色光に対する散乱ゲインのうち赤色画素領域の散乱ゲインを $SG_r$ 、緑色画素領域の散乱ゲインを $SG_g$ 、青色画素領域の散乱ゲインを $SG_b$ とした場合に、

緑色画素領域では、

15  $50 \exp(-0.4d) < SG_g < 360 \exp(-0.47d)$

が成り立ち、

青色画素領域では、

20  $50 \exp(-0.4d) < SG_b < 360 \exp(-0.47d)$

が成り立ち、

赤色画素領域では、

25  $40 \exp(-0.3d) < SG_r < 650 \exp(-0.4d)$

が成立つことを特徴とする反射型液晶表示素子。

(26)



前記赤色画素領域の層厚を  $d_R$ 、前記緑色画素領域の層厚を  $d_G$ 、前記青色画素領域の層厚を  $d_B$  としたときに、 $d_R > d_G > d_B$  であることを特徴とする請求項 25 記載の反射型液晶表示素子。  
(27)

5 前記赤色画素領域の液晶滴の粒径を  $r_R$ 、前記緑色画素領域の液晶滴の粒径を  $r_G$ 、前記青色画素領域の液晶滴の粒径を  $r_B$  としたときに、 $r_R > r_G > r_B$  であることを特徴とする請求項 25 記載の反射型液晶表示素子。  
(28)

10 前記カラーフィルタが前記反射層上に形成され、前記高分子分散型液晶層が前記カラーフィルタ上に形成されたことを特徴とする請求項 25 記載の反射型液晶表示素子。  
(29)

所定の観察方向から観察した場合に、液晶層の散乱状態と透過状態との変化過程に輝度レベルにピーク値が存在するような輝度－電圧特性を有し、  
15

前記輝度－電圧特性における輝度レベルがピーク値となる電圧値と、輝度レベルが略 0 レベルとなる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする請求項 8 記載の反射型液晶表示素子。

20 (30)

所定の観察方向から観察した場合に、液晶層の散乱状態と透過状態との変化過程に輝度レベルにピーク値が存在するような輝度－電圧特性を有し、

前記輝度－電圧特性における輝度レベルがピーク値となる電圧値と、輝度レベルが略 0 レベルとなる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする請求項 13 記載の反射型液晶表示素子。  
25

( 3 1 )

前記観察方向が、液晶層の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される光の出射方向と異なる方向に設定されていることを特徴とする請求項 29 記載の反射型液晶表示素子。

5 ( 3 2 )

前記観察方向が、液晶層の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される光の出射方向と異なる方向に設定されていることを特徴とする請求項 30 記載の反射型液晶表示素子。

( 3 3 )

10 入射した光を散乱させる散乱状態と透過させる透過状態とに切り替わる散乱透過手段と、

上記散乱透過手段の表示面側から入射し、背面側に散乱された光、および上記散乱透過手段を透過した光を反射する反射手段とを備えた散乱型表示素子において、

15 上記散乱透過手段が透過状態の場合に、散乱型表示素子に入射した光を、異方性を有する範囲の方向に散乱させて出射させる異方性散乱手段を備えたことを特徴とする散乱型表示素子。

( 3 4 )

請求項 33 の散乱型表示素子であって、上記異方性散乱手段は、  
20 散乱型表示素子に入射した光を、表示画面における上下方向よりも左右方向の方が広い範囲の方向に散乱させて出射させるように構成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 3 5 )

請求項 33 の散乱型表示素子であって、上記異方性散乱手段は、  
25 上記反射手段により構成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 3 6 )

請求項 3 5 の散乱型表示素子であって、上記異方性散乱手段は、  
上記反射手段の表面に、表示画面における左右方向の曲率が上下方  
向の曲率よりも大きい凸部が形成されることにより構成されている  
5 ことを特徴とする散乱型表示素子。

( 3 7 )

請求項 3 3 の散乱型表示素子であって、上記異方性散乱手段は、  
入射した光を異方性を有する範囲の方向に散乱させて透過させる異  
方性透過手段により構成されていることを特徴とする散乱型表示素  
10 子。

( 3 8 )

請求項 3 7 の散乱型表示素子であって、上記異方性透過手段は、  
その表面に、表示画面における左右方向の曲率が上下方向の曲率よ  
りも大きい凸部が形成されていることを特徴とする散乱型表示素  
15 子。

( 3 9 )

請求項 3 8 の散乱型表示素子であって、上記異方性透過手段は、  
レンズシートフィルムであることを特徴とする散乱型表示素子。

( 4 0 )

20 請求項 3 3 の散乱型表示素子であって、上記異方性散乱手段は、  
異方性を有する回折手段であることを特徴とする散乱型表示素子。

( 4 1 )

入射した光を散乱させる散乱状態と透過させる透過状態とに切り  
替わる散乱透過手段と、

25 上記散乱透過手段の表示面側から入射し、背面側に散乱された  
光、および上記散乱透過手段を透過した光を反射する反射手段とを

備えた散乱型表示素子において、

上記散乱透過手段が透過状態の場合に、散乱型表示素子に入射した光を、その入射角と出射角の大きさが等しくない方向に出射させる出射角変更手段を備えたことを特徴とする散乱型表示素子。

5 (42)

請求項41散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、上記入射角よりも上記出射角の方が大きくなるように構成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

(43)

10 請求項42の散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、上記反射手段により構成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

(44)

15 請求項43の散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、上記反射手段に、反射面の法線が表示面の法線に対して、表示画面における下方側に傾斜した領域が形成されることにより構成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

(45)

20 請求項44の散乱型表示素子であって、上記反射手段は、表示画面における上下方向の断面形状が鋸刃状部分を有する形状に形成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

(46)

25 請求項45の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状部分を有する断面形状における傾斜面の表示面に対する傾斜角度が、 $5^{\circ}$ 以上、 $30^{\circ}$ 以下であることを特徴とする散乱型表示素子。

(47)

請求項 4 6 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状部分を有する断面形状における傾斜面の表示画面方向に対する傾斜角度が、 $5^{\circ}$ 以上、 $15^{\circ}$ 以下であることを特徴とする散乱型表示素子。

( 4 8 )

- 5 請求項 4 5 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状部分を有する断面形状が複数形成され、各断面形状のピッチが、 $5\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以下に設定されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 4 9 )

- 10 請求項 4 5 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状部分を有する断面形状が複数形成され、各断面形状のピッチが複数種類に設定されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 5 0 )

請求項 4 9 の散乱型表示素子であって、上記複数種類のピッチがランダムに配置されていることを特徴とする散乱型表示素子。

- 15 ( 5 1 )

- 請求項 4 5 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状を有する断面形状が複数形成され、各断面形状のピッチが、 $5\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以下の範囲の複数種類のピッチに設定され、かつ、最大ピッチと最小ピッチとの差が、 $30\mu\text{m}$ 以下に設定されていることを特徴とする散乱型表示素子。
- 20

( 5 2 )

- 請求項 4 3 の散乱型表示素子であって、上記反射手段は、表示画面における上下方向の断面形状において、反射面の法線が表示面の法線に対して、表示画面における下方側に傾斜し、かつ、表示画面における左右方向の断面形状が凸状である複数の凸部が形成されて
- 25
- いることを特徴とする散乱型表示素子。

( 5 3 )

請求項 5 2 の散乱型表示素子であって、上記凸部がランダムな位置に配置されて形成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 5 4 )

- 5 請求項 4 2 の散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、入射した光を屈折させて透過させる屈折透過手段により構成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 5 5 )

- 10 請求項 5 4 の散乱型表示素子であって、上記屈折透過手段は、厚さが表示画面における上方側の位置よりも下方側の位置のほうが厚い領域が形成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 5 6 )

- 15 請求項 5 5 の散乱型表示素子であって、上記屈折透過手段は、表示画面における上下方向の断面形状が、複数の半凸レンズ状またはプリズム状に形成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 5 7 )

請求項 4 1 の散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、散乱型表示素子に入射した光を、ほぼその入射方向に向けて出射させるように構成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

- 20 ( 5 8 )

請求項 5 7 の散乱型表示素子であって、上記出射角変更手段は、上記反射手段がリトロリフレクタ状に形成されることにより構成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 5 9 )

- 25 請求項 4 3 の散乱型表示素子であって、  
上記出射角変更手段を構成する上記反射手段は、反射性フィルム

基板であるとともに、

上記散乱透過手段は、上記反射性フィルム基板と、透明画素電極が形成され、上記反射性フィルム基板と所定の間隙を空けて設けられたアレイ基板との間に設けられていることを特徴とする散乱型表示素子。

5

( 6 0 )

請求項 5 9 の散乱型表示素子であって、上記反射手段は、表示画面における上下方向の断面形状が鋸刃状部分を有する形状に形成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

10 ( 6 1 )

請求項 6 0 の散乱型表示素子であって、上記鋸刃状部分を有する断面形状における傾斜面の表示面に対する傾斜角度が、 $5^{\circ}$  以上、 $30^{\circ}$  以下であることを特徴とする散乱型表示素子。

( 6 2 )

15 請求項 5 9 の散乱型表示素子であって、上記反射性フィルム基板および上記アレイ基板の何れか一方にカラーフィルタが設けられていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 6 3 )

入射した光を散乱させる散乱状態と透過させる透過状態とに切り替わる散乱透過手段と、

20

上記散乱透過手段の表示面側から入射し、背面側に散乱された光、および上記散乱透過手段を透過した光を反射する反射手段とを備えた散乱型表示素子において、

上記散乱透過手段が透過状態の場合に、散乱型表示素子に入射した光の少なくとも一部を散乱型表示素子の内部に閉じ込める手段を有することを特徴とする散乱型表示素子。

25

( 6 4 )

入射した光を散乱させる散乱状態と透過させる透過状態とに切り替わる散乱透過手段と、

- 5 上記散乱透過手段の表示面側から入射し、背面側に散乱された光、および上記散乱透過手段を透過した光を反射する反射手段とを備えた散乱型表示素子において、

上記反射手段による反射光量を減衰させる減衰手段を備えたことを特徴とする散乱型表示素子。

10 ( 6 5 )

請求項 6 4 の散乱型表示素子であって、上記減衰手段は、光の反射性と透過性と、または光の反射性と吸収性とを有する上記反射手段により構成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 6 6 )

- 15 請求項 6 5 の散乱型表示素子であって、上記反射手段の光の反射率が 9 0 % 以下であることを特徴とする散乱型表示素子。

( 6 7 )

請求項 6 5 の散乱型表示素子であって、上記反射手段はクロムを含むことを特徴とする散乱型表示素子。

20 ( 6 8 )

請求項 6 4 の散乱型表示素子であって、上記減衰手段は、所定の偏光方向の光を遮断する偏光手段により構成されていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 6 9 )

- 25 請求項 6 8 の散乱型表示素子であって、上記偏光手段は、偏光方向が、表示画面における左右方向の光を遮断するように設けられて



いることを特徴とする散乱型表示素子。

( 7 0 )

- 請求項 6 8 の散乱型表示素子であって、上記偏光手段は、上記散乱透過手段と上記反射手段との間に設けられていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 7 1 )

- 請求項 6 4 の散乱型表示素子であって、上記減衰手段は、上記散乱透過手段の表示面側に設けられた、透過率が 7 0 % 以上、かつ、9 5 % 以下の拡散フィルムであることを特徴とする散乱型表示素子。

( 7 2 )

入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

- 上記反射手段を形成する工程が、  
15 基板上に微粒子を含む樹脂層を形成する工程と、  
上記樹脂層上に反射層を形成する工程とを含むことを特徴とする表示素子の製造方法。

( 7 3 )

- 入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

- 上記反射手段を形成する工程が、  
基板上に所定のパターンの樹脂層を形成する工程と、  
上記樹脂層を加熱し、軟化させて、その表面が所定の曲率を有するように変形させる工程と、  
25 上記樹脂層上に反射層を形成する工程とを含むことを特徴とする表示素子の製造方法。

( 7 4 )

入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

5 基板上に樹脂層を形成する工程と、

プレス成形により、上記樹脂層の表面を所定の形状に形成する工程と、

上記樹脂層上に反射層を形成する工程とを含むことを特徴とする表示素子の製造方法。

10 ( 7 5 )

入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

基板上に樹脂層を形成する工程と、

15 上記樹脂層上に所定のパターンの保護膜を形成する工程と、

上記基板の法線に対して傾斜した方向から、サンドブラスト処理、またはドライエッチング処理を行うことにより、上記樹脂層を成形する工程と、

上記保護膜を除去した後、上記樹脂層上に反射層を形成する工程  
20 とを含むことを特徴とする表示素子の製造方法。

( 7 6 )

入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

25 基板上に部分的に第 1 の樹脂層を形成する工程と、

上記第 1 の樹脂層の少なくとも一部を含む領域に部分的に第 2 の

樹脂層を形成することで断面が非対称形状を有する形状を形成する工程と、

上記非対称形状を含む領域に反射層を形成する工程を含むことを特徴とする表示素子の製造方法。

5 (77)

請求項76の表示素子の製造方法であって、上記第1の樹脂層が傾斜部を有する形状に形成された後、上記第2の樹脂層が形成されることを特徴とする表示素子の製造方法。

(78)

10 請求項77の表示素子の製造方法であって、上記第2の樹脂層が傾斜部を有する形状に形成されることを特徴とする表示素子の製造方法。

(79)

15 請求項77の表示素子の製造方法であって、上記第1の樹脂層は、アニール処理により、傾斜部を有する形状に形成されることを特徴とする表示素子の製造方法。

(80)

20 請求項78の表示素子の製造方法であって、上記第2の樹脂層は、アニール処理により、傾斜部を有する形状に形成されることを特徴とする表示素子の製造方法。

(81)

請求項77の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少なくとも鋸刃形状部分を有する形状であることを特徴とする表示素子の製造方法。

25 (82)

請求項78の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少

なくとも鋸刃形状部分を有する形状であることを特徴とする表示素子の製造方法。

( 8 3 )

請求項 7 9 の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少なくとも鋸刃形状部分を有する形状であることを特徴とする表示素子の製造方法。

( 8 4 )

請求項 8 0 の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少なくとも鋸刃形状部分を有する形状であることを特徴とする表示素子の製造方法。

( 8 5 )

請求項 7 6 の表示素子の製造方法であって、上記第 1 の樹脂層および上記第 2 の樹脂層が感光性樹脂であり、上記第 1 の樹脂層および上記第 2 の樹脂層を基板上に部分的に形成する工程が、基板全面に樹脂層を形成した後、それぞれ所定のパターンの第 1 の遮光マスクまたは第 2 の遮光マスクを介した露光、および現像によって行われることで、断面が非対称形状を有する形状を形成することを特徴とする表示素子の製造方法。

( 8 6 )

請求項 8 5 の表示素子の製造方法であって、上記露光が、上記第 1 の遮光マスクの遮光部と上記第 2 の遮光マスクの遮光部とを互いにずらすことで、上記第 1 の樹脂層の少なくとも一部を含む領域に部分的に第 2 の樹脂層を形成することを特徴とする表示素子の製造方法。

( 8 7 )

請求項 8 5 の表示素子の製造方法であって、上記感光性樹脂がポ

ジ型感光性樹脂であるとともに、上記第２の遮光マスクの遮光部が、上記第１の遮光マスクの遮光部よりも大きいことを特徴とする表示素子の製造方法。

( 8 8 )

- 5 請求項 8 7 の表示素子の製造方法であって、上記第２の遮光マスクの遮光部の幅が、上記第１の遮光マスクの遮光部の幅よりも大きいことを特徴とする表示素子の製造方法。

( 8 9 )

- 10 請求項 8 5 の表示素子の製造方法であって、上記感光性樹脂がネガ型感光性樹脂であるとともに、上記第２の遮光マスクの遮光部が、上記第１の遮光マスクの遮光部よりも小さいことを特徴とする表示素子の製造方法。

( 9 0 )

- 15 請求項 8 9 の表示素子の製造方法であって、上記第２の遮光マスクの遮光部の幅が、上記第１の遮光マスクの遮光部の幅よりも小さいことを特徴とする表示素子の製造方法。

( 9 1 )

- 20 請求項 8 5 の表示素子の製造方法であって、上記第１の遮光マスクを用いた上記露光、および上記第２の遮光マスクを用いた上記露光が、上記基板の法線方向からの光の照射によって行われることを特徴とする表示素子の製造方法。

( 9 2 )

- 25 請求項 8 5 の表示素子の製造方法であって、上記第１の遮光マスクを用いた上記露光、および上記第２の遮光マスクを用いた上記露光のうちの少なくとも何れか一方が、上記基板の法線方向からの光の照射によって行われることを特徴とする表示素子の製造方法。

( 9 3 )

入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

- 5 基板上に部分的に第 1 の樹脂層を形成する工程と、

上記第 1 の樹脂層の少なくとも一部を含む領域に部分的に第 2 の樹脂層を形成した後、上記第 1 の樹脂層または第 2 の樹脂層の少なくとも一部を除去することで、断面が非対称形状を有する形状を形成する工程と、

- 10 上記非対称形状を含む領域に反射層を形成する工程を含むことを特徴とする表示素子の製造方法。

( 9 4 )

請求項 9 3 の表示素子の製造方法であって、上記樹脂層を除去する工程が所定のパターンのマスクを介したドライエッチングによっ

- 15 て行われることを特徴とする表示素子の製造方法。

( 9 5 )

請求項 9 3 の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少なくとも鋸刃形状部分を有する形状であることを特徴とする表示素子の製造方法。

- 20 ( 9 6 )

請求項 7 2 の表示素子の製造方法であって、

上記反射層は、表示素子を駆動するための電極であることを特徴とする表示素子の製造方法。

( 9 7 )

- 25 液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置において、

所定の観察方向から観察した場合に、液晶層の散乱状態と透過状態との変化過程に輝度レベルにピーク値が存在するような輝度－電圧特性を有し、

- 5 前記輝度－電圧特性における輝度レベルがピーク値となる電圧値と、輝度レベルが略0レベルとなる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする液晶表示装置。

( 9 8 )

液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置において、

- 10 前記散乱モードが、電圧無印加時に散乱状態で明状態表示となるノーマリホワイトであり、

所定の観察方向から観察した場合に、印加電圧が0Vから上昇するに連れて輝度レベルが初期レベルから一旦上昇してピーク値に達し、その後は略0レベルまで下降していくような電圧－輝度特性を

- 15 有し、

前記輝度－電圧特性における輝度レベルがピーク値となる電圧値と、輝度レベルが略0レベルとなる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする液晶表示装置。

( 9 9 )

- 20 液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置において、

前記散乱モードが、電圧無印加時に透過状態で暗状態表示となるノーマリブラックであり、

- 25 所定の観察方向から観察した場合に、印加電圧が0Vから閾値電圧に達するまで輝度が略0レベルであり、印加電圧が閾値電圧を超えると印加電圧の上昇に連れて、輝度レベルが上昇してピーク値に

達し、その後は下降していく電圧－輝度特性を有し、

前記輝度－電圧特性における輝度レベルが０レベルから変化し始める前記閾値電圧値と、輝度レベルがピーク値となる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする液晶表示装置。

5 (100)

前記輝度－電圧特性における輝度レベルのピーク値が複数存在し、それぞれのピーク値となる電圧値のうち、最も高い電圧値と、前記輝度レベルが略０レベルとなる電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする請求項９８に記載の液晶表示装置。

10 (101)

前記輝度－電圧特性における輝度レベルのピーク値が複数存在し、前記輝度レベルが０レベルから変化し始める前記閾値電圧値と、前記それぞれのピーク値となる電圧値のうち、最も低い電圧値との範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする請求項９９に記載

15 載の液晶表示装置。

(102)

前記観察方向が、液晶層の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される光の出射方向と異なる方向に設定されていることを特徴とする請求項９７に記載の液晶表示装置。

20 (103)

前記観察方向が、液晶層の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される光の出射方向と異なる方向に設定されていることを特徴とする請求項９８に記載の液晶表示装置。

(104)

25 前記観察方向が、液晶層の透過状態時に液晶層から前方側へ出射される光の出射方向と異なる方向に設定されていることを特徴とす



る請求項 9 9 に記載の液晶表示装置。

( 1 0 5 )

バイアス駆動されることを特徴とする請求項 9 8 記載の液晶表示装置。

5 ( 1 0 6 )

バイアス駆動されることを特徴とする請求項 9 9 記載の液晶表示装置。

( 1 0 7 )

前記バイアス駆動におけるバイアス電圧を調整し得るように構成  
10 されていることを特徴とする請求項 1 0 5 記載の液晶表示装置。

( 1 0 8 )

前記バイアス駆動におけるバイアス電圧を調整し得るように構成  
されていることを特徴とする請求項 1 0 6 記載の液晶表示装置。

( 1 0 9 )

15 前記輝度－電圧特性の変化に応じて、駆動電圧が前記駆動電圧範囲になるように調整する駆動電圧調整手段を備えたことを特徴とする請求項 9 7 記載の液晶表示装置。

( 1 1 0 )

前記輝度－電圧特性の変化に応じて、駆動電圧が前記駆動電圧範囲  
20 になるように調整する駆動電圧調整手段を備えたことを特徴とする請求項 9 8 記載の液晶表示装置。

( 1 1 1 )

前記輝度－電圧特性の変化に応じて、駆動電圧が前記駆動電圧範囲  
になるように調整する駆動電圧調整手段を備えたことを特徴とす  
25 る請求項 9 9 記載の液晶表示装置。

( 1 1 2 )

前記輝度レベルのピーク値にほぼ対応する電圧を検出する検出手段を備えるとともに、前記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする請求項 109 に記載の液晶表示装置。

5 (113)

前記輝度レベルのピーク値にほぼ対応する電圧を検出する検出手段を備えるとともに、前記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする請求項 110 に記載の液晶表示装置。

10 (114)

前記輝度レベルのピーク値にほぼ対応する電圧を検出する検出手段を備えるとともに、前記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする請求項 111 に記載の液晶表示装置。

15 (115)

液晶表示装置の使用状態の温度を検出する検出手段を備えるとともに、上記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする請求項 109 に記載の液晶表示装置。

20 (116)

液晶表示装置の使用状態の温度を検出する検出手段を備えるとともに、上記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする請求項 110 に記載の液晶表示装置。

25 (117)

液晶表示装置の使用状態の温度を検出する検出手段を備えるにと

もに、上記駆動電圧調整手段は、上記検出結果に応じて駆動電圧を調整するように構成されていることを特徴とする請求項 1 1 1 に記載の液晶表示装置。

( 1 1 8 )

- 5 前記液晶層の前方側から入射する光を、反射させて前方側に出射させる反射板が、前記液晶層の背後側に備えられていることを特徴とする請求項 9 7 に記載の液晶表示装置。

( 1 1 9 )

- 10 前記液晶層の前方側から入射する光を、反射させて前方側に出射させる反射板が、前記液晶層の背後側に備えられていることを特徴とする請求項 9 8 に記載の液晶表示装置。

( 1 2 0 )

- 15 前記液晶層の前方側から入射する光を、反射させて前方側に出射させる反射板が、前記液晶層の背後側に備えられていることを特徴とする請求項 9 9 に記載の液晶表示装置。

( 1 2 1 )

前記液晶層の背後側に光源が備えられ、光源からの斜め方向の光が液晶層を通過して前方側に出射することを特徴とする請求項 9 7 に記載の液晶表示装置。

- 20 ( 1 2 2 )

前記液晶層の背後側に光源が備えられ、光源からの斜め方向の光が液晶層を通過して前方側に出射することを特徴とする請求項 9 8 に記載の液晶表示装置。

( 1 2 3 )

- 25 前記液晶層の背後側に光源が備えられ、光源からの斜め方向の光が液晶層を通過して前方側に出射することを特徴とする請求項 9 9

に記載の液晶表示装置。

( 1 2 4 )

アクティブマトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする請求項 9 7 記載の液晶表示装置。

5 ( 1 2 5 )

アクティブマトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする請求項 9 8 記載の液晶表示装置。

( 1 2 6 )

10 アクティブマトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする請求項 9 9 記載の液晶表示装置。

( 1 2 7 )

単純マトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする請求項 9 7 記載の液晶表示装置。

( 1 2 8 )

15 単純マトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする請求項 9 8 記載の液晶表示装置。

( 1 2 9 )

単純マトリクス駆動により表示を行なうことを特徴とする請求項 9 9 記載の液晶表示装置。

20 ( 1 3 0 )

液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置の駆動方法において、

バイアス駆動することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

( 1 3 1 )

25 アクティブ素子アレイによるアクティブ駆動を行うことを特徴とする請求項 1 3 0 に記載の液晶表示装置の駆動方法。

( 1 3 2 )

前記バイアス駆動が、対向反転駆動であることを特徴とする請求項 1 3 0 に記載の液晶表示装置の駆動方法。

( 1 3 3 )

- 5 前記バイアス駆動が、フローティングゲート駆動であることを特徴とする請求項 1 3 0 に記載の液晶表示装置の駆動方法。

( 1 3 4 )

前記バイアス駆動が、容量結合駆動であることを特徴とする請求項 1 3 0 に記載の液晶表示装置の駆動方法。

10 ( 1 3 5 )

前記バイアス駆動手段が発生する前記所定の電圧が可変であることを特徴とする請求項 1 3 0 に記載の液晶表示装置の駆動方法。

( 1 3 6 )

- 15 液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置において、

所定の観察方向から観察した場合に、液晶層の散乱状態と透過状態との変化過程に、印加電圧が 0 V における輝度レベルよりも高い輝度レベルが存在するような輝度－電圧特性を有することを特徴とする液晶表示装置。

20 ( 1 3 7 )

前記輝度－電圧特性における、前記印加電圧が 0 V における輝度レベルよりも高い輝度レベルとなる電圧値から、輝度レベルが単調減少して略 0 レベルとなる電圧値までの範囲を、駆動電圧範囲とすることを特徴とする請求項 1 3 6 に記載の液晶表示装置。

25 ( 1 3 8 )

液晶表示装置の使用温度に応じて変化する、前記印加電圧が 0 V

における輝度レベルよりも高い輝度レベルが、使用温度範囲内で最も高くなるように構成されていることを特徴とする請求項 1 3 6 記載の液晶表示装置。

( 1 3 9 )

- 5 液晶表示装置の使用温度に応じて変化する、前記印加電圧が 0 V における輝度レベルよりも高い輝度レベルが、ほぼ室温において最も高くなるように構成されていることを特徴とする請求項 1 3 6 記載の液晶表示装置。

( 1 4 0 )

- 10 前記液晶層を構成する液晶材料における液晶相－等方相相転移温度が、液晶表示装置の使用温度範囲の上限よりも 2 0 °C 以上高いことを特徴とする請求項 1 3 6 記載の液晶表示装置。

( 1 4 1 )

- 前記液晶層を構成する液晶材料における液晶相－等方相相転移温度が、8 0 °C 以上であることを特徴とする請求項 1 3 6 記載の液晶表示装置。
- 15

( 1 4 2 )

- 液晶表示装置の使用温度に応じて変化する、前記輝度レベルのピーク値が、使用温度範囲内で最も高くなるように構成されていることを特徴とする請求項 9 7 記載の液晶表示装置。
- 20

( 1 4 3 )

- 液晶表示装置の使用温度に応じて変化する、前記輝度レベルのピーク値が、ほぼ室温において最も高くなるように構成されていることを特徴とする請求項 9 7 記載の液晶表示装置。

- 25 ( 1 4 4 )

前記液晶層を構成する液晶材料における液晶相－等方相相転移温

度が、液晶表示装置の使用温度範囲の上限よりも20℃以上高いことを特徴とする請求項97記載の液晶表示装置。

(145)

5 前記液晶層を構成する液晶材料における液晶相－等方相相転移温度が、80℃以上であることを特徴とする請求項97記載の液晶表示装置。

(146)

前記液晶層の厚みを $d$  ( $\mu\text{m}$ )、前記液晶層の散乱ゲインを $SG$ とした場合に、

10 
$$50 \exp(-0.4d) < SG < 360 \exp(-0.47d)$$

が成立つことを特徴とする請求項97記載の液晶表示装置。

(147)

15 前記液晶層の厚みを $d$  ( $\mu\text{m}$ )、前記液晶層の散乱ゲインを $SG$ 、前記液晶層における液晶材料の複屈折異方性を $\Delta n$ とした場合に、

$$50 \exp(-1.6 \Delta n \cdot d) < SG < 360 \exp(-1.88 \Delta n \cdot d)$$

が成立つことを特徴とする請求項97記載の液晶表示装置。

20 (148)

前記液晶層の散乱ゲインが、10以上、200以下であることを特徴とする請求項97記載の液晶表示装置。

(149)

25 液晶表示装置の使用温度範囲内における前記液晶層の散乱ゲインが、10以上、200以下であることを特徴とする請求項97記載の液晶表示装置。

[1999年11月30日(30.11.99)国際事務局受理：出願当初の請求の  
範囲1-4, 72及び96は取り下げられた；他の請求の範囲は変更なし。(3頁)]

(1) (削除)

5

10

(2) (削除)

15

(3) (削除)

(4) (削除)

20

(5)

25 一对の基板間に、高分子中に液晶滴が分散された高分子分散型液  
晶層が配置され、前記一对の基板のうち一方の基板に反射層が形成  
され、前記高分子分散型液晶層間に電界を印加して、高分子分散型



いることを特徴とする散乱型表示素子。

( 7 0 )

請求項 6 8 の散乱型表示素子であって、上記偏光手段は、上記散乱透過手段と上記反射手段との間に設けられていることを特徴とする散乱型表示素子。

( 7 1 )

請求項 6 4 の散乱型表示素子であって、上記減衰手段は、上記散乱透過手段の表示面側に設けられた、透過率が 7 0 % 以上、かつ、9 5 % 以下の拡散フィルムであることを特徴とする散乱型表示素子。

( 7 2 ) ( 削 除 )

15

( 7 3 )

入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、  
基板上に所定のパターンの樹脂層を形成する工程と、  
上記樹脂層を加熱し、軟化させて、その表面が所定の曲率を有するように変形させる工程と、

25 上記樹脂層上に反射層を形成する工程とを含むことを特徴とする表示素子の製造方法。

( 9 3 )

入射した光を反射する反射手段を備えた表示素子の製造方法において、

上記反射手段を形成する工程が、

5 基板上に部分的に第 1 の樹脂層を形成する工程と、

上記第 1 の樹脂層の少なくとも一部を含む領域に部分的に第 2 の樹脂層を形成した後、上記第 1 の樹脂層または第 2 の樹脂層の少なくとも一部を除去することで、断面が非対称形状を有する形状を形成する工程と、

10 上記非対称形状を含む領域に反射層を形成する工程を含むことを特徴とする表示素子の製造方法。

( 9 4 )

請求項 9 3 の表示素子の製造方法であって、上記樹脂層を除去する工程が所定のパターンのマスクを介したドライエッチングによっ

15 て行われることを特徴とする表示素子の製造方法。

( 9 5 )

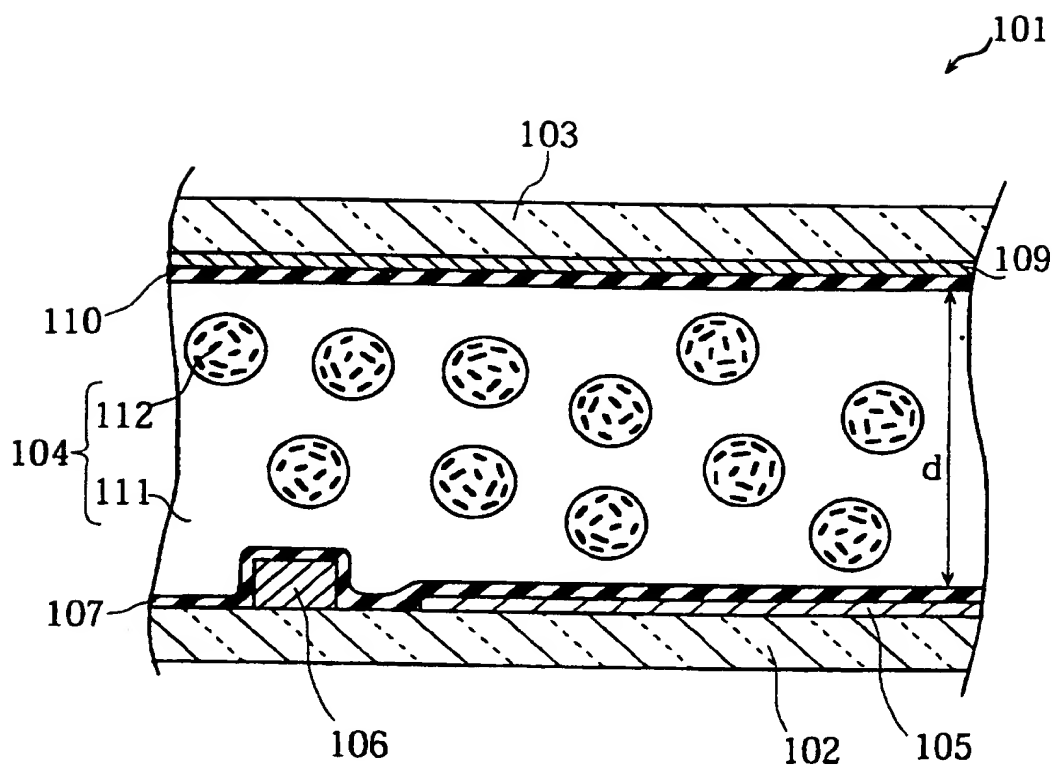
請求項 9 3 の表示素子の製造方法であって、上記非対称形状は少なくとも鋸刃形状部分を有する形状であることを特徴とする表示素子の製造方法。

20 ( 9 6 ) ( 削 除 )

( 9 7 )

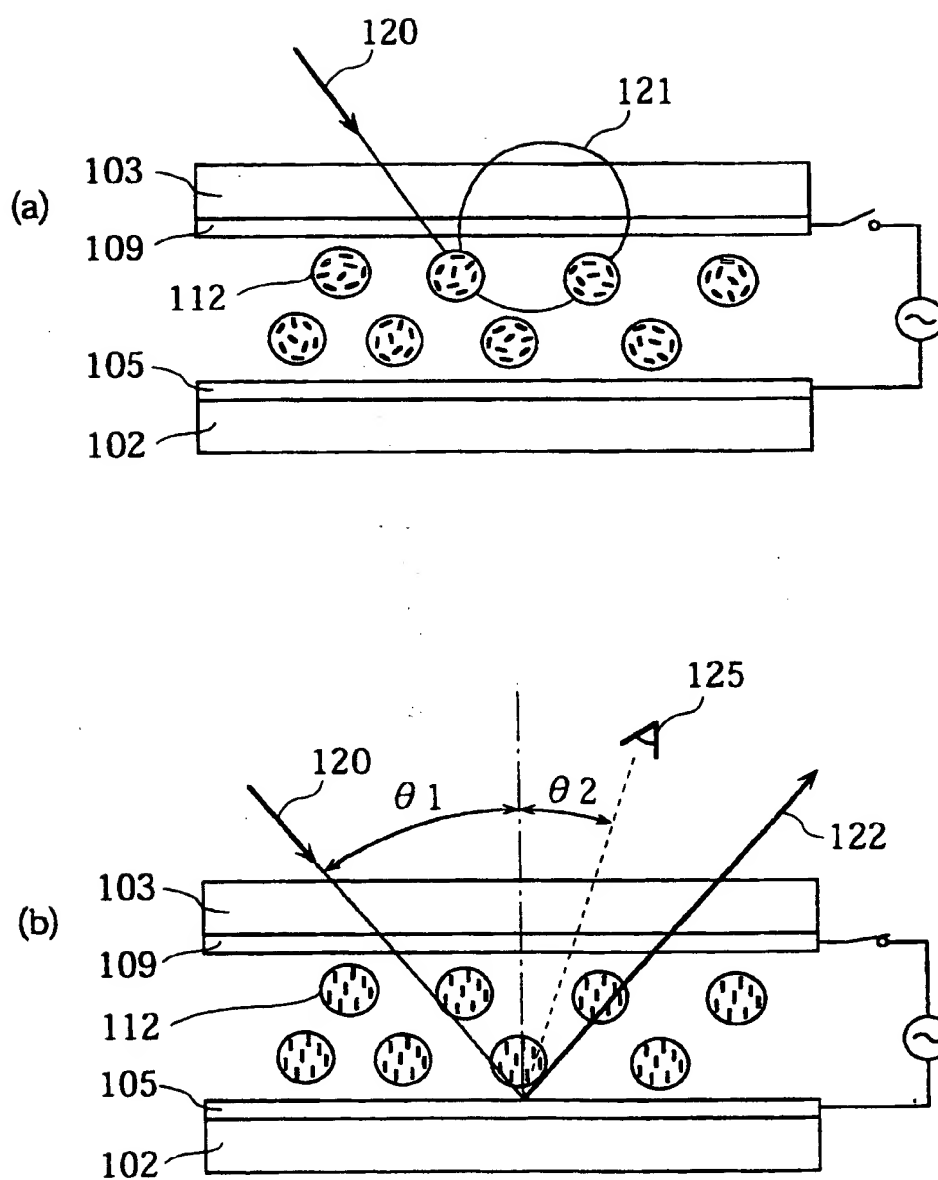
25 液晶層を散乱状態と透過状態とに切り替えて表示を行う散乱モードの液晶表示装置において、

図1



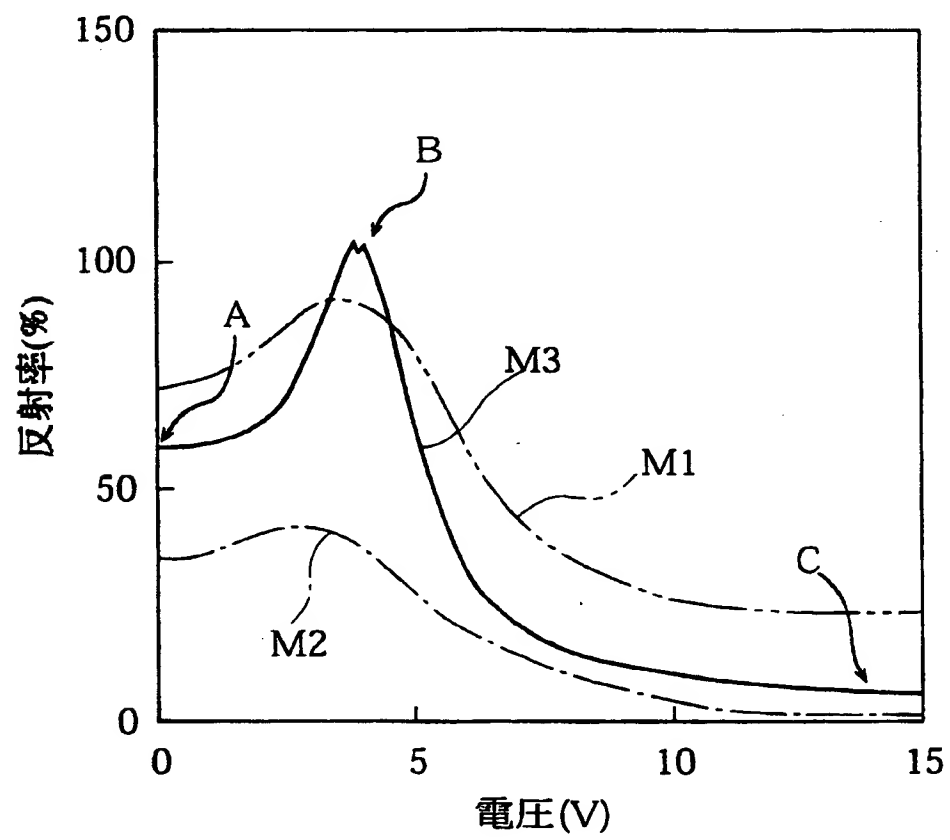
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

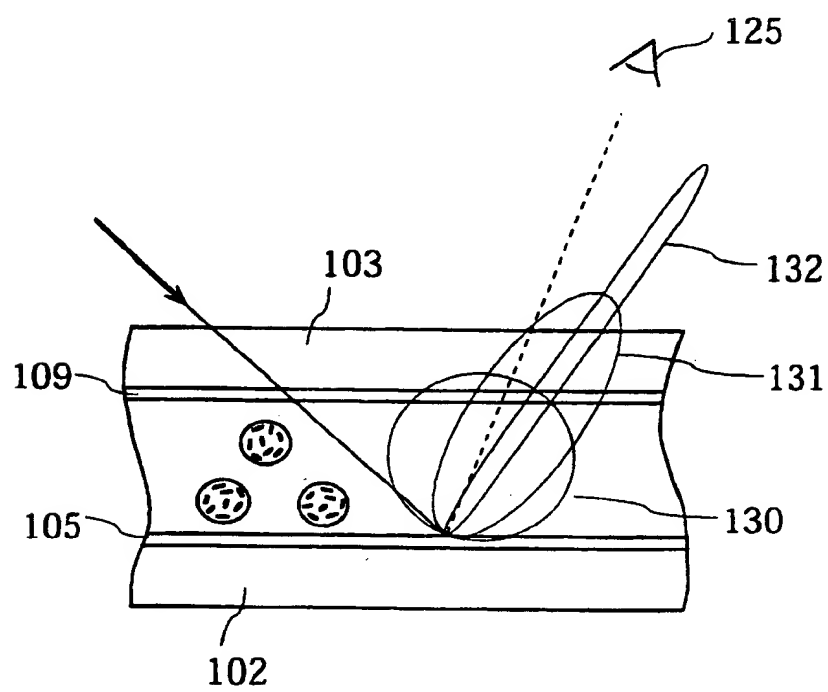
図3



**THIS PAGE BLANK (user)**

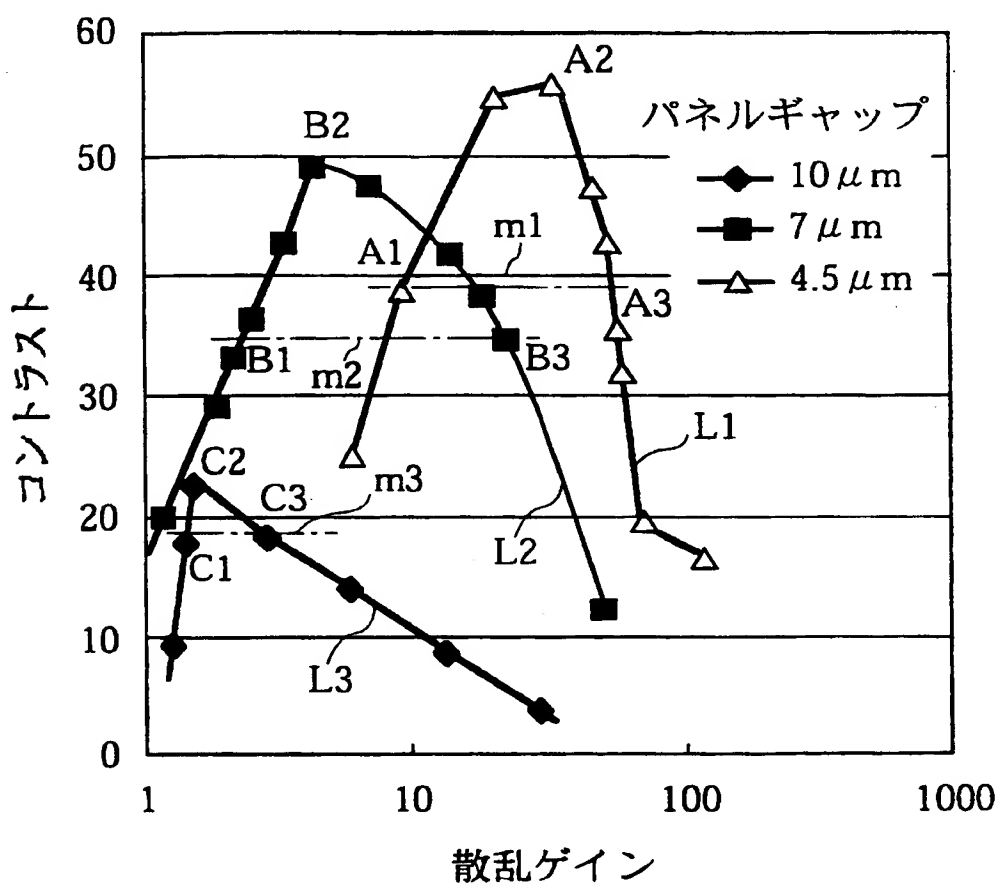


図4



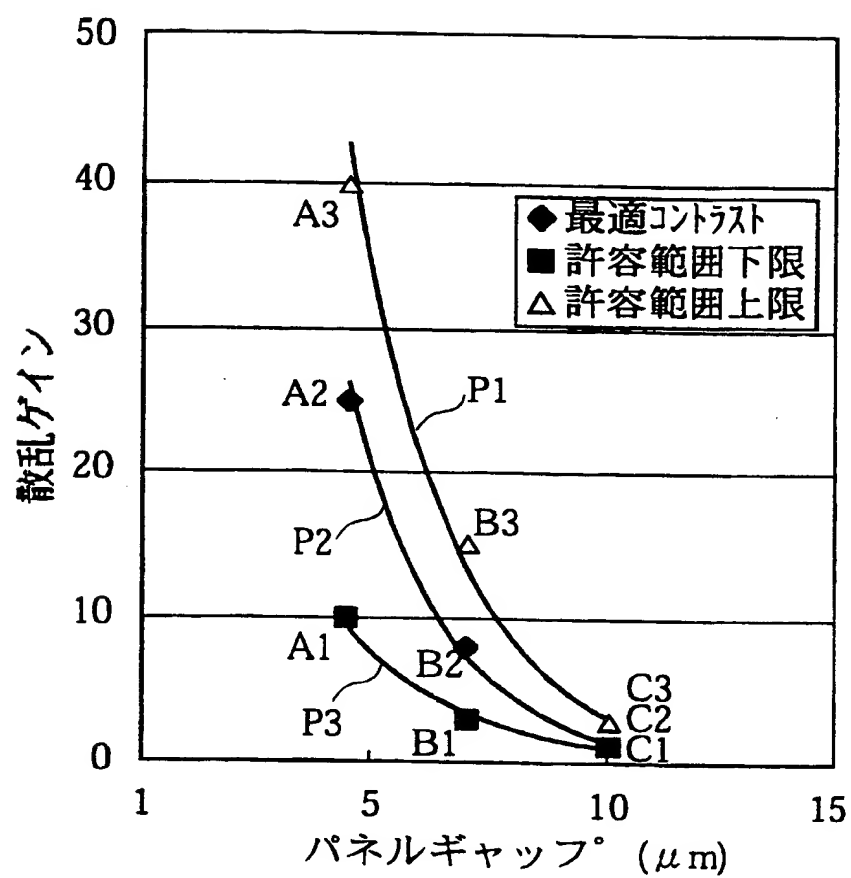
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図5



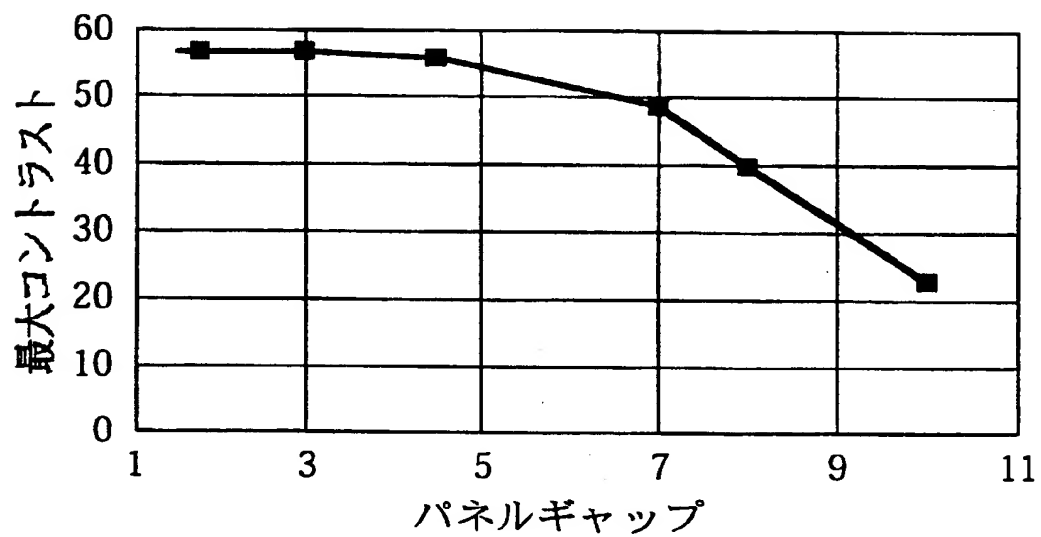
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図6



**THIS PAGE BLANK (uspto)**

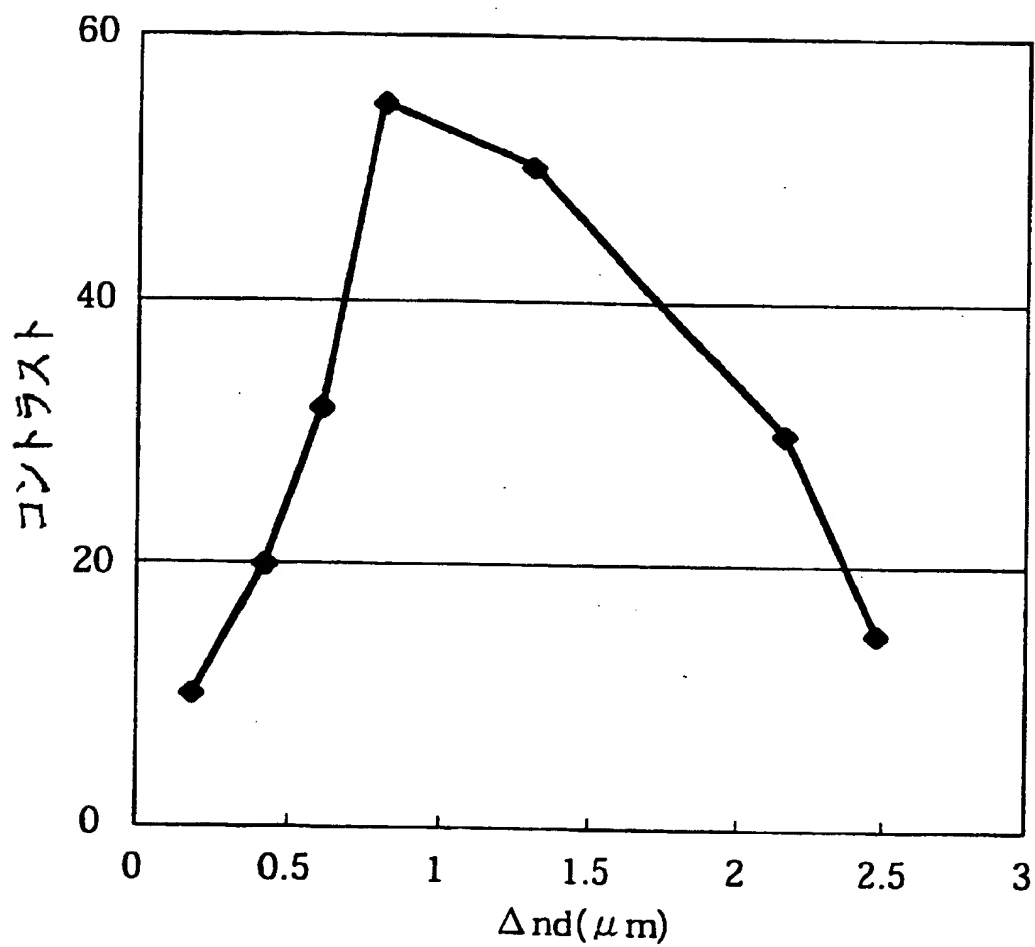
図7



**THIS PAGE BLANK (user)**

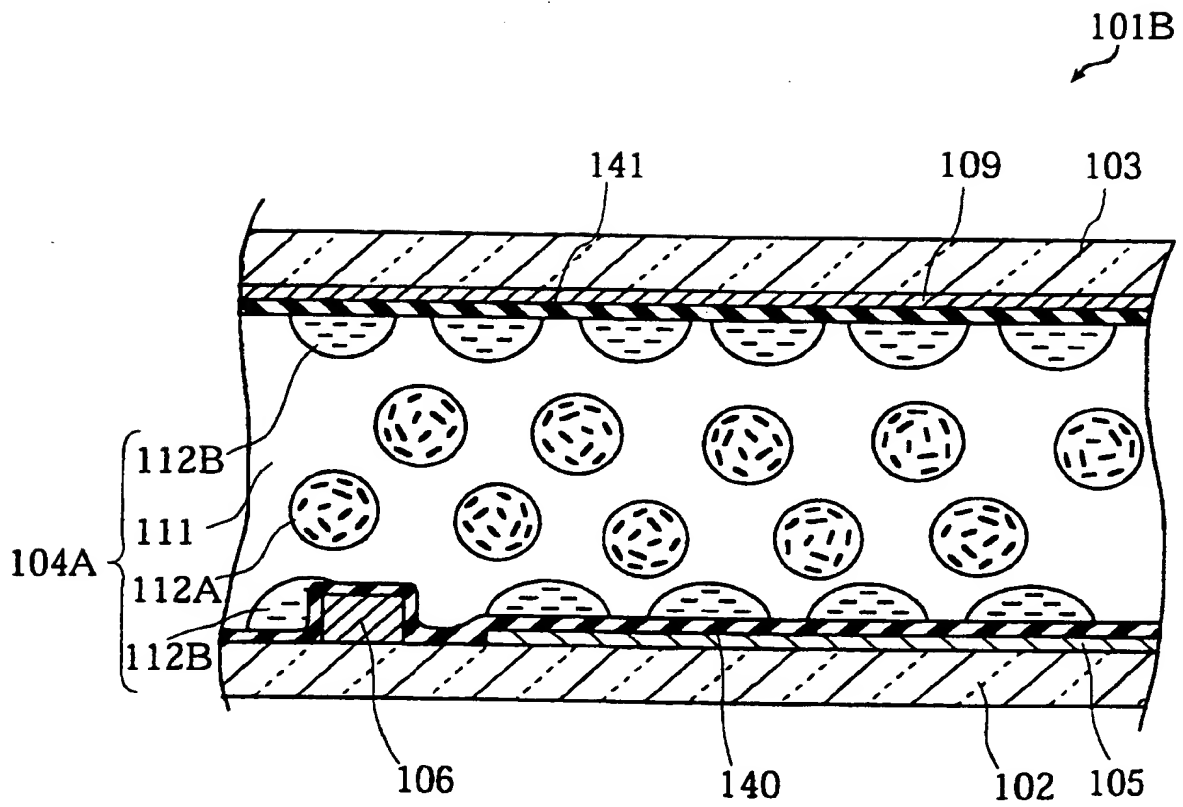


図8



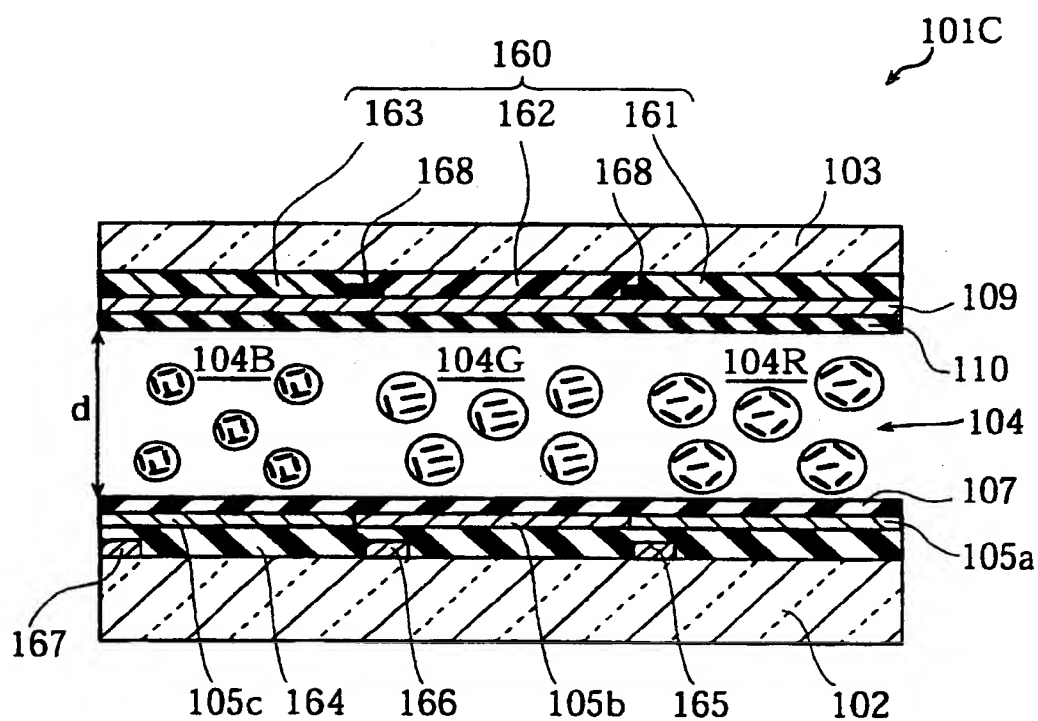
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図9



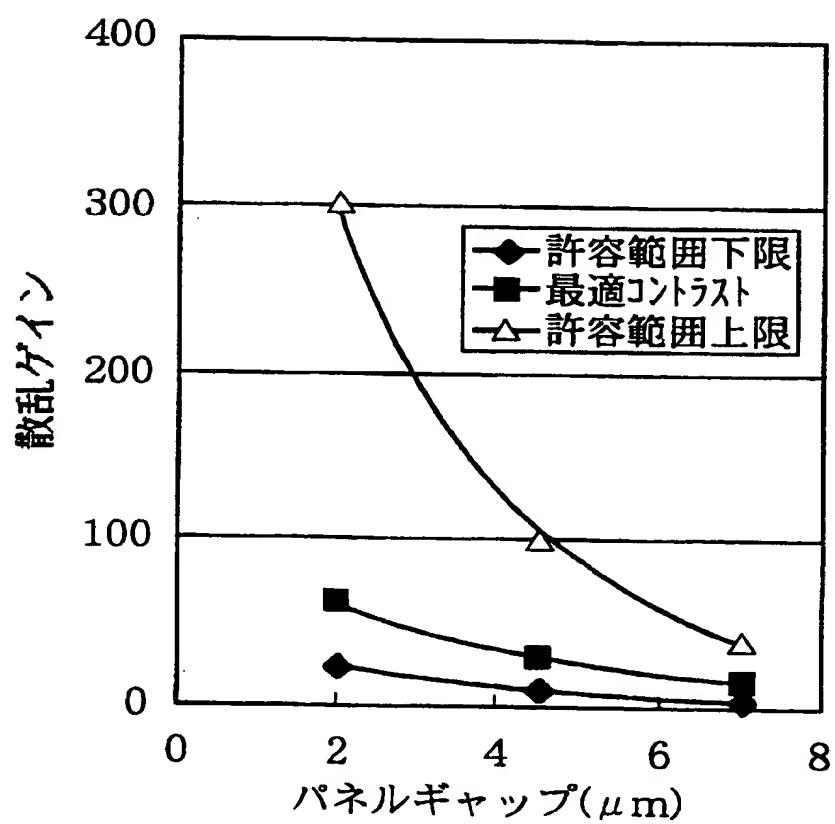
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図10



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

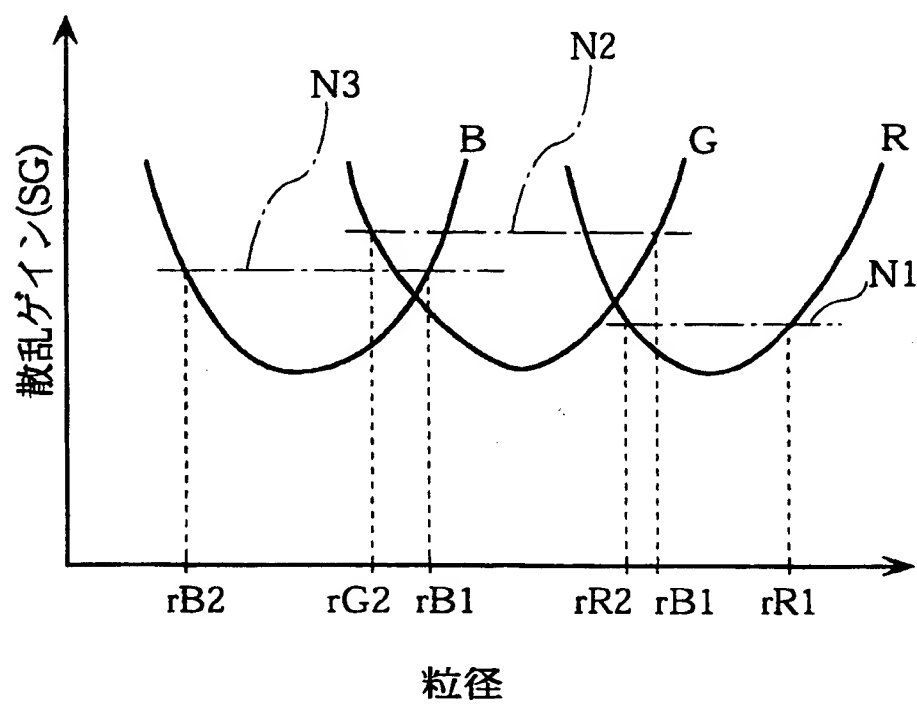
図11



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

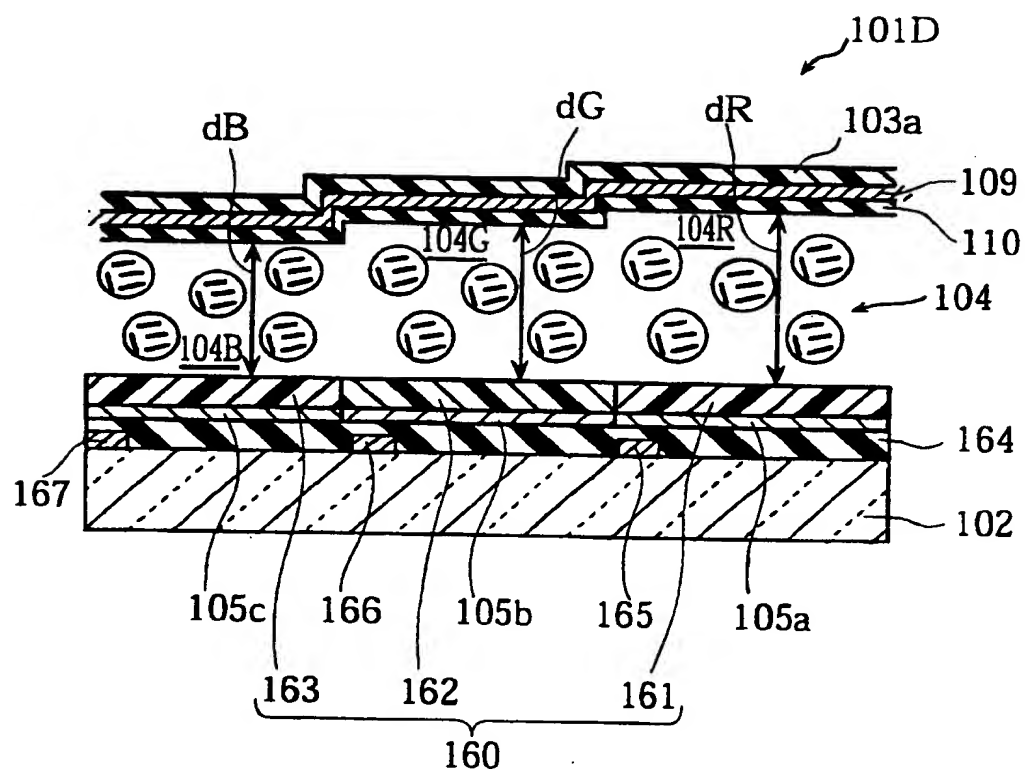


図12



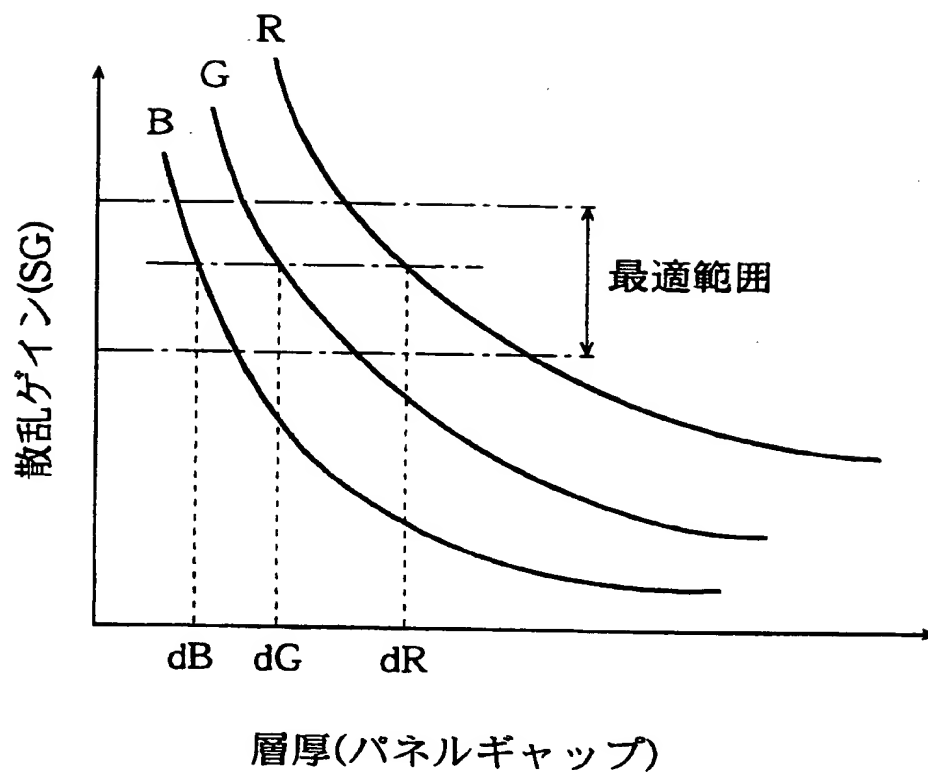
**THIS PAGE BLANK (uspto)**

図13



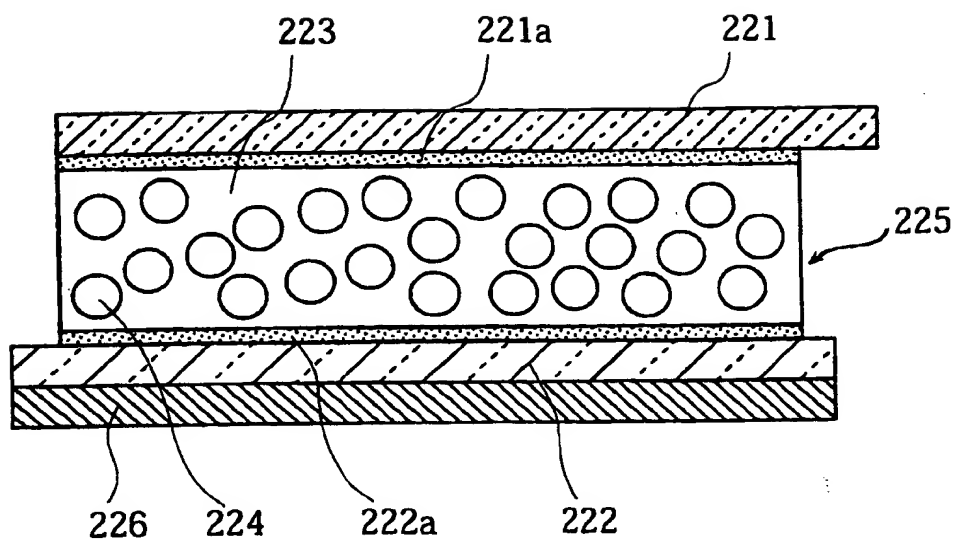
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図14



**THIS PAGE BLANK (use top)**

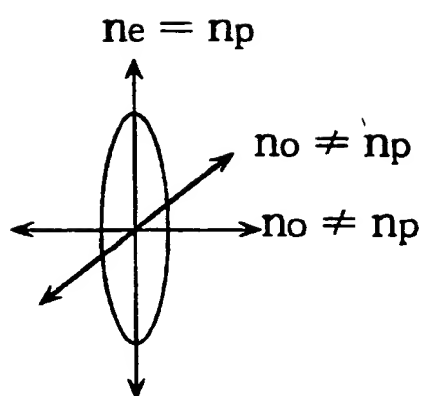
図15



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

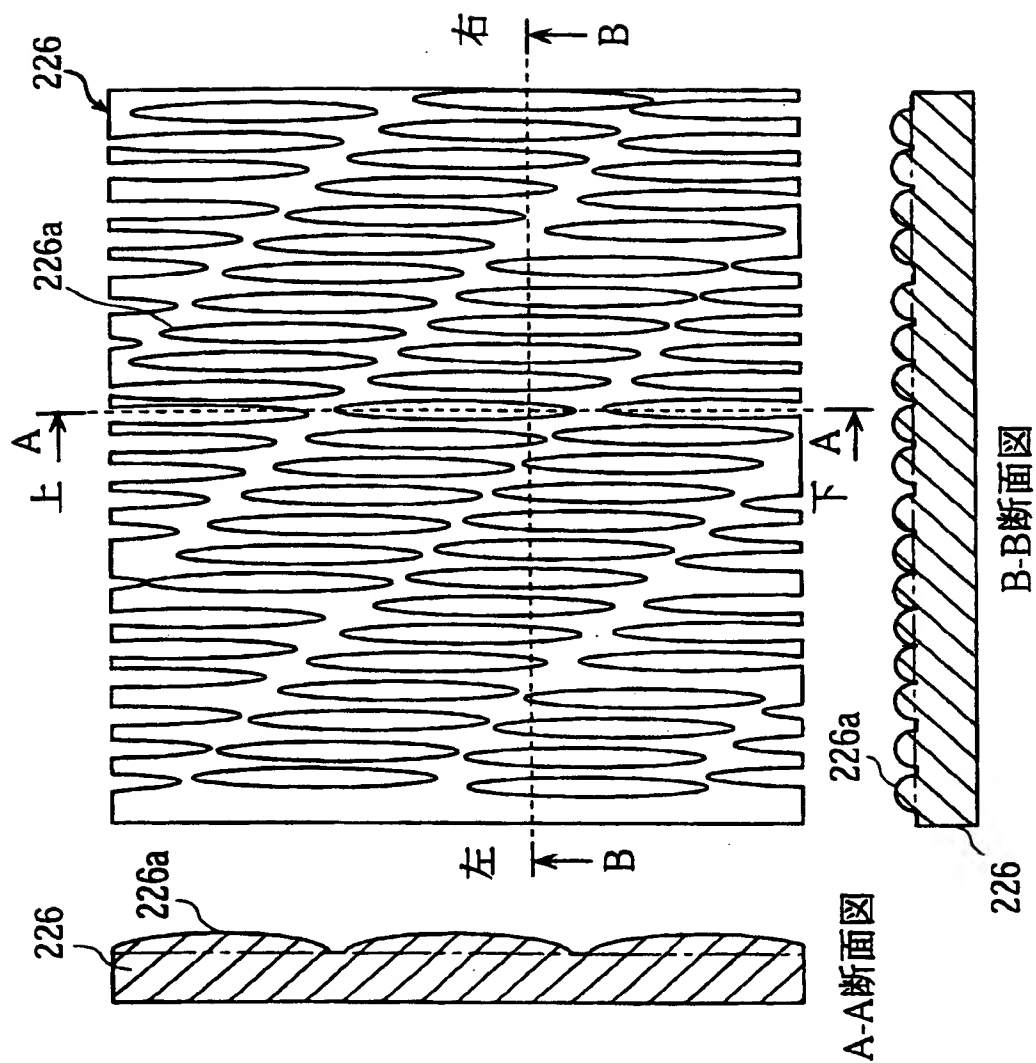


図16



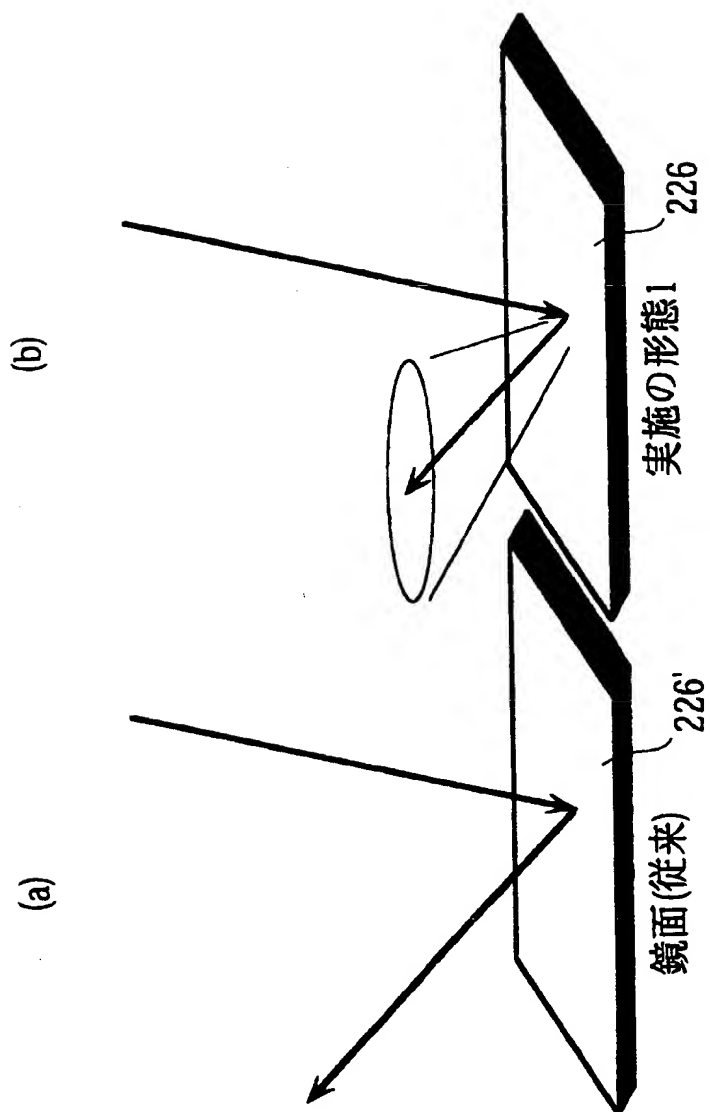
**THIS PAGE BLANK (1870)**

图17



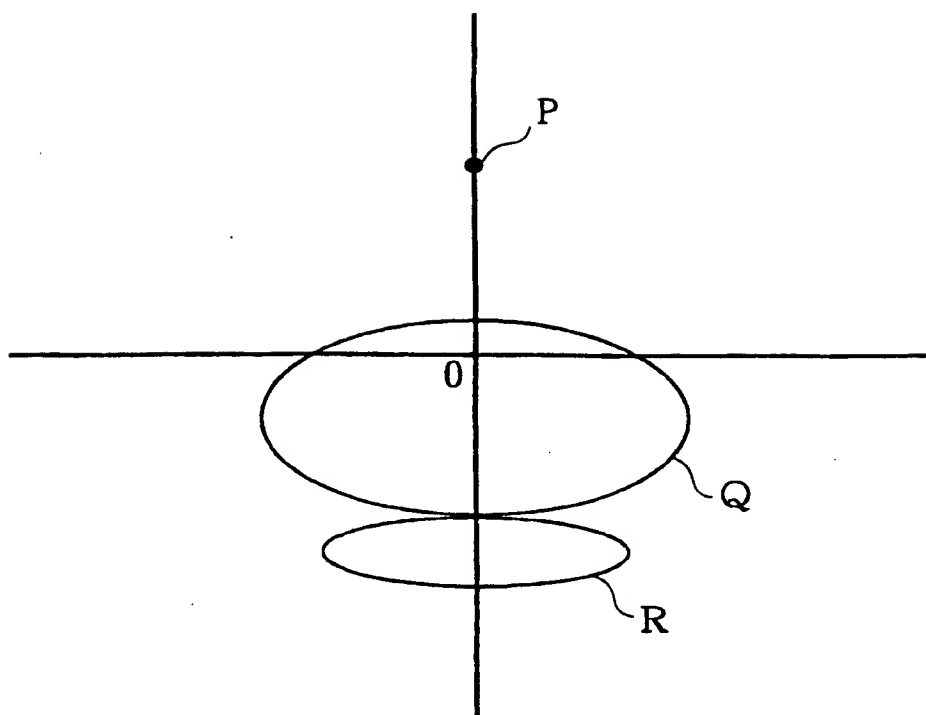
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図18



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

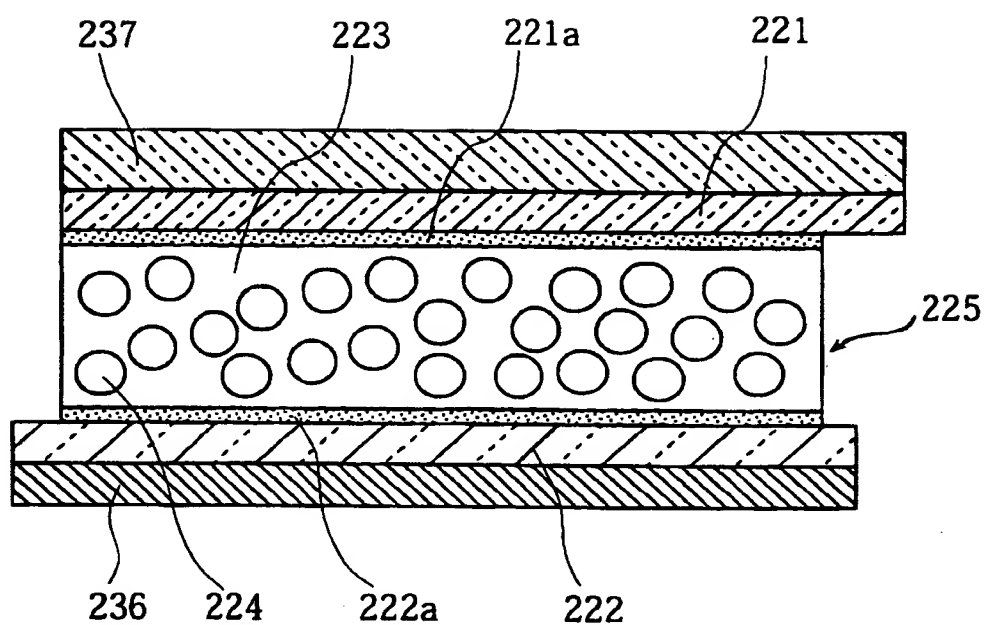
図19



**THIS PAGE BLANK (use 70)**

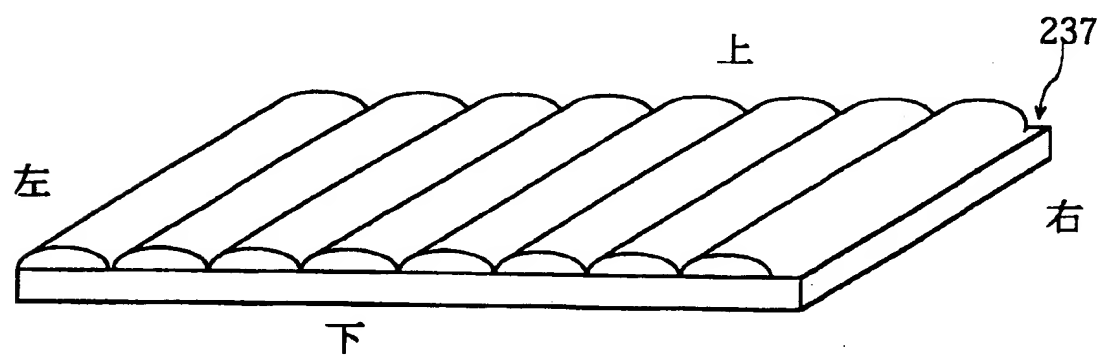


図20



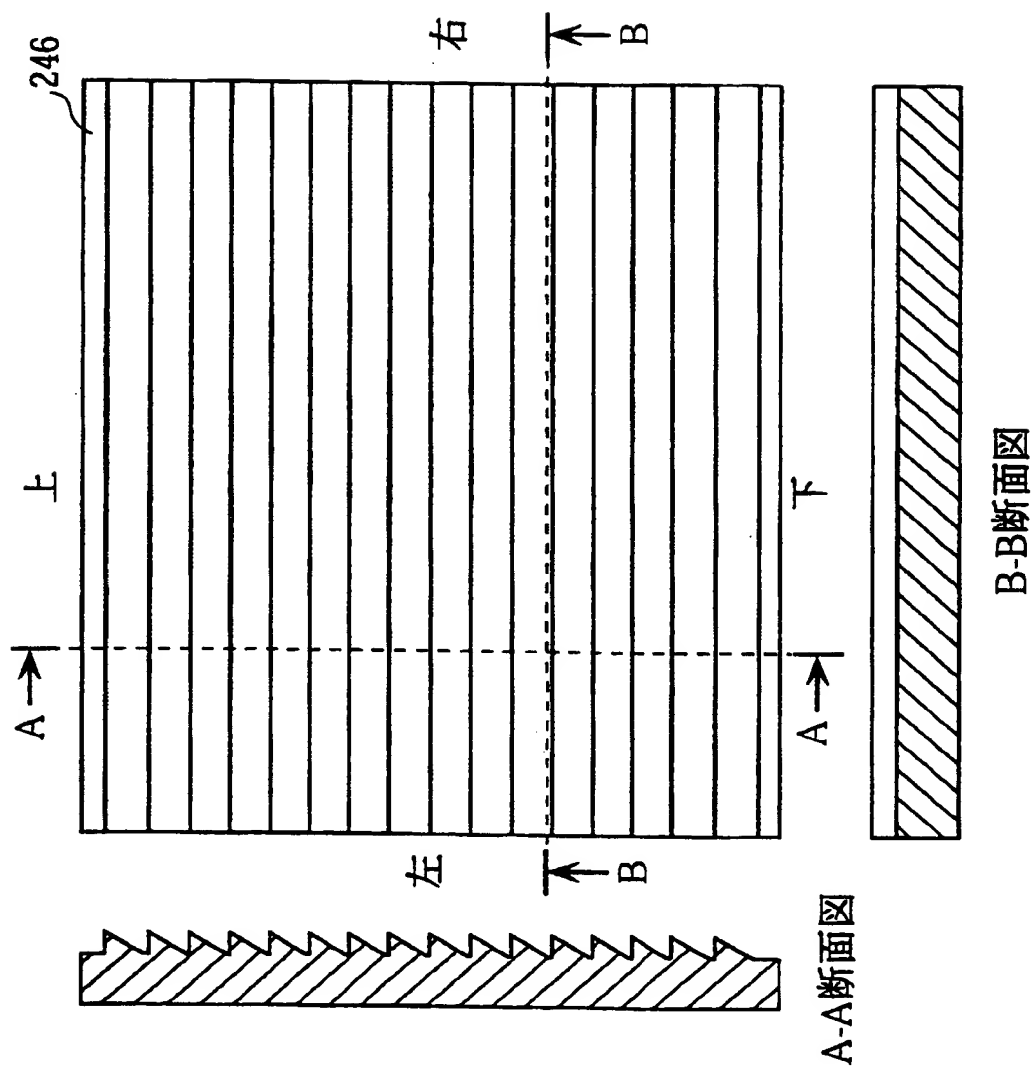
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図21



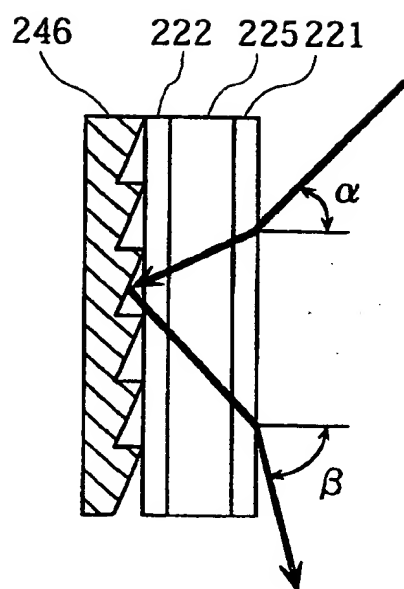
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図22



**THIS PAGE BLANK (use top)**

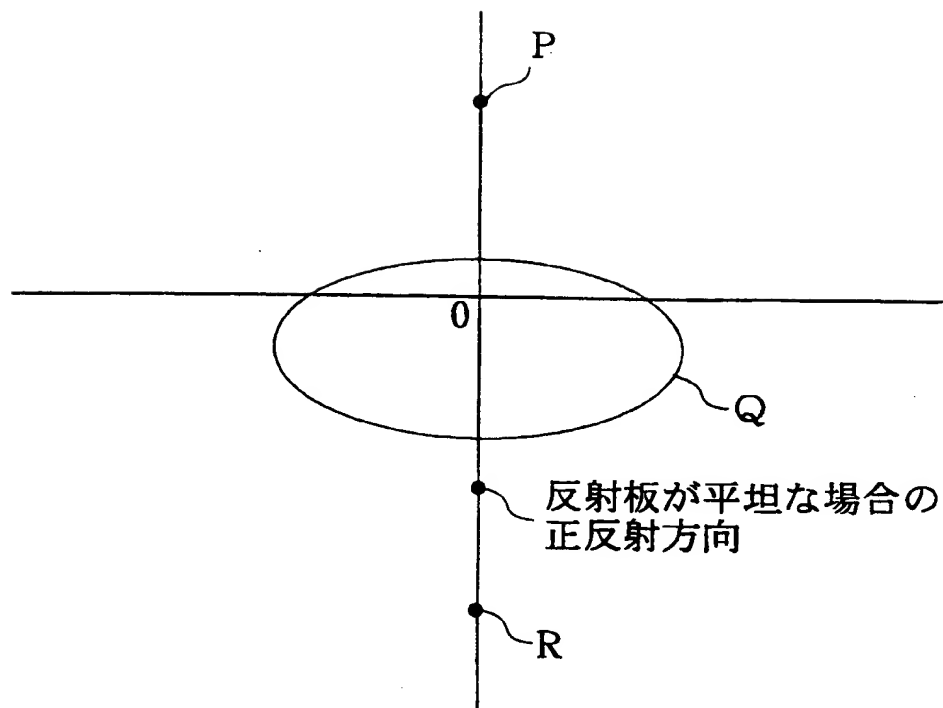
図23



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

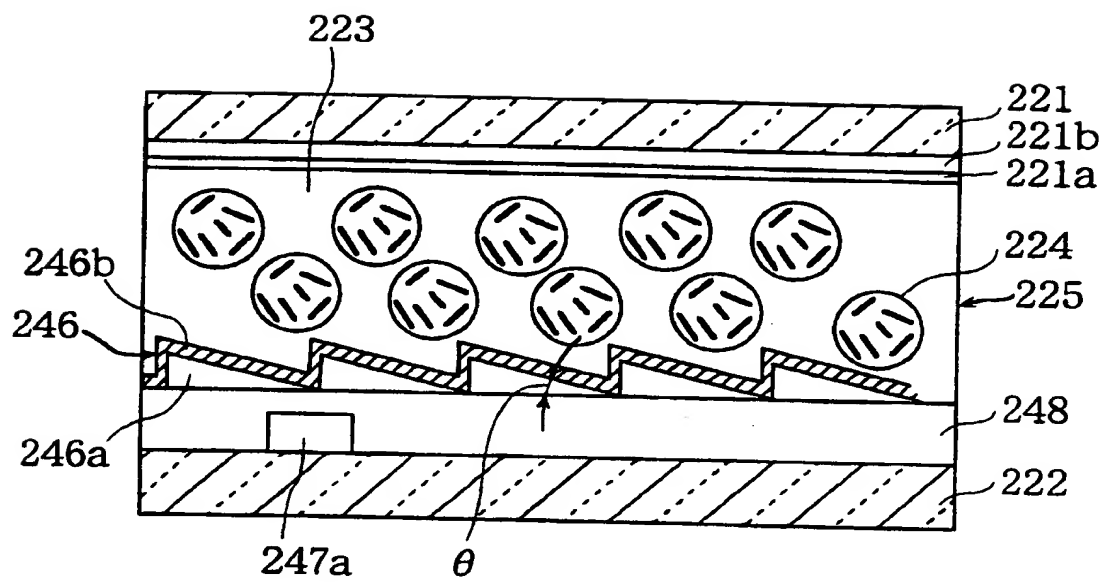


図24



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図25



**THIS PAGE BLANK (0870)**



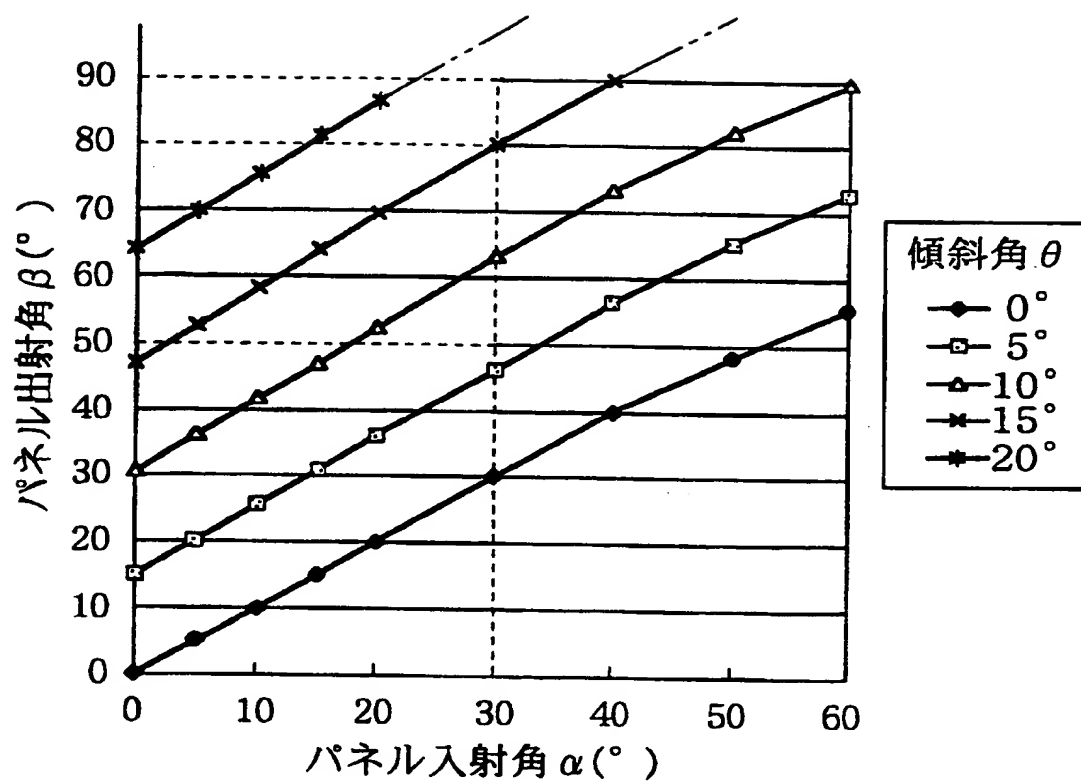
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (0870)**

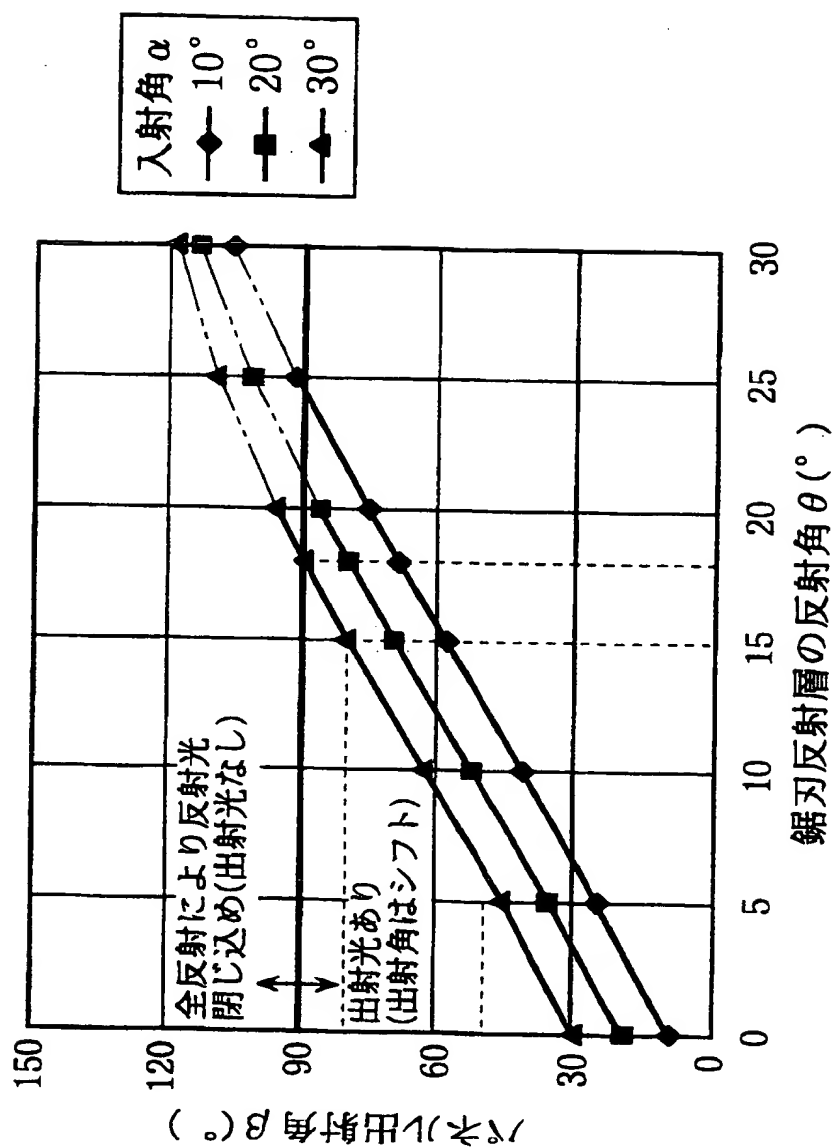


図28



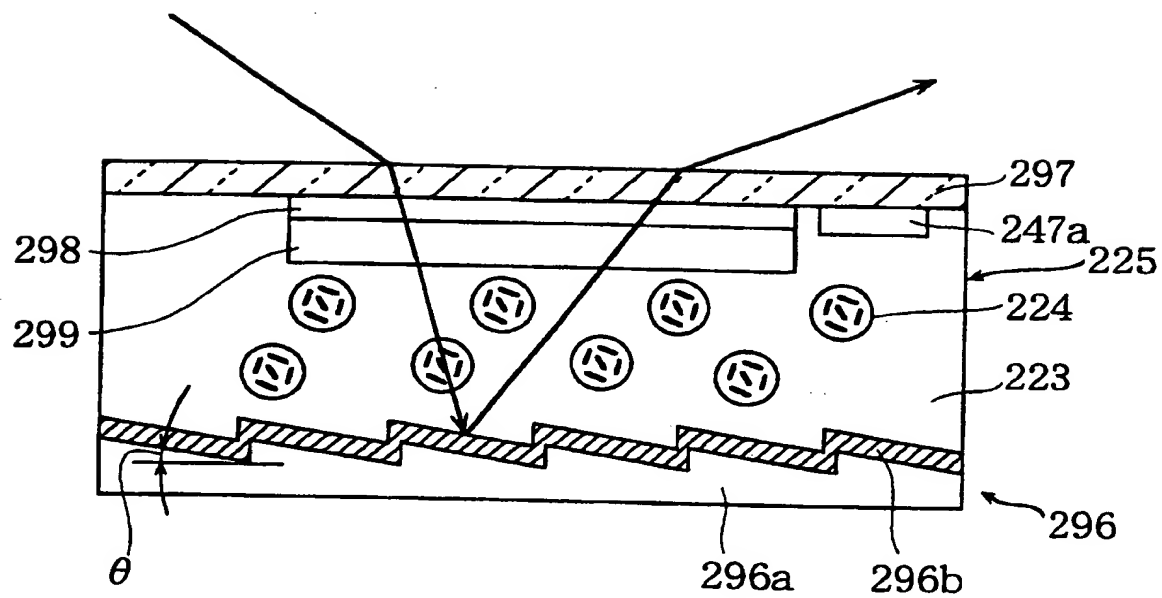
**THIS PAGE BLANK (08/70)**

図29



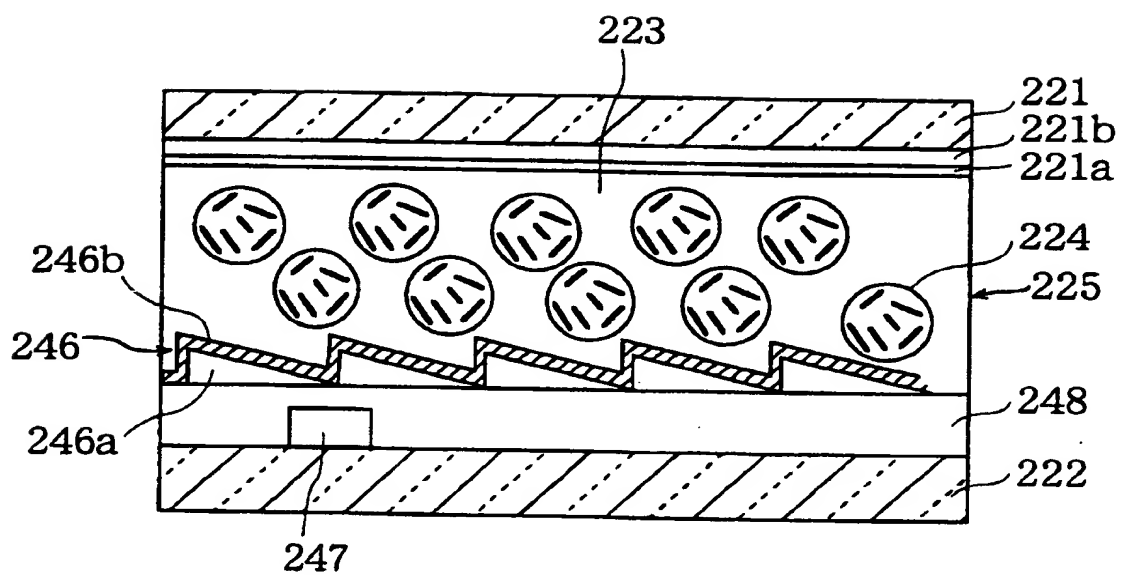
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図30



**THIS PAGE BLANK (user)**

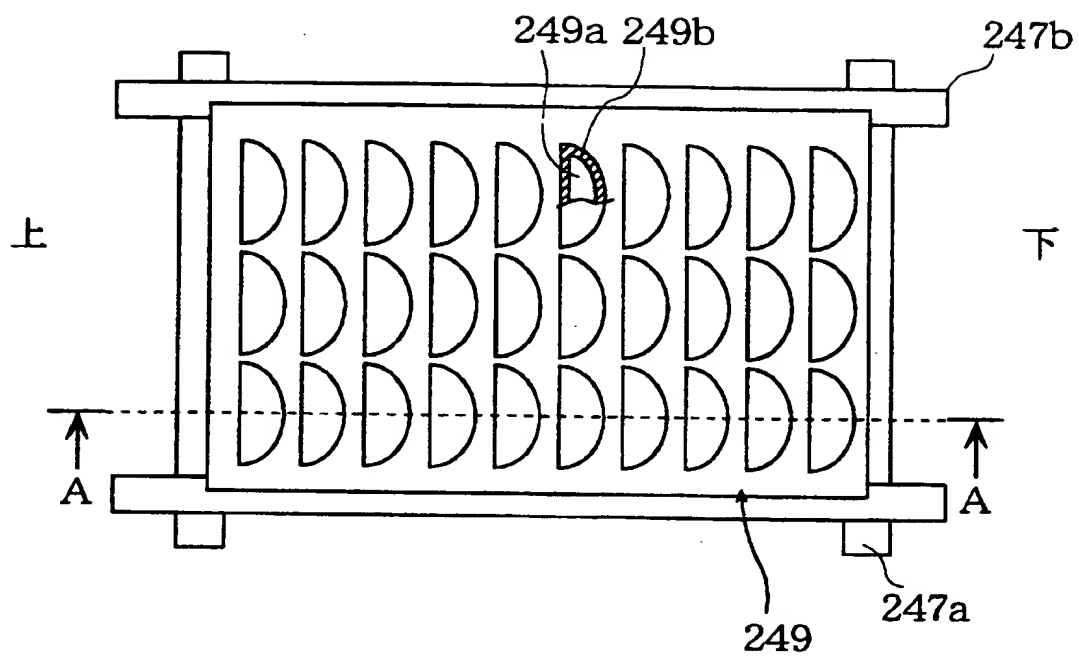
図31



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



図32



**THIS PAGE BLANK (use 70)**

図33

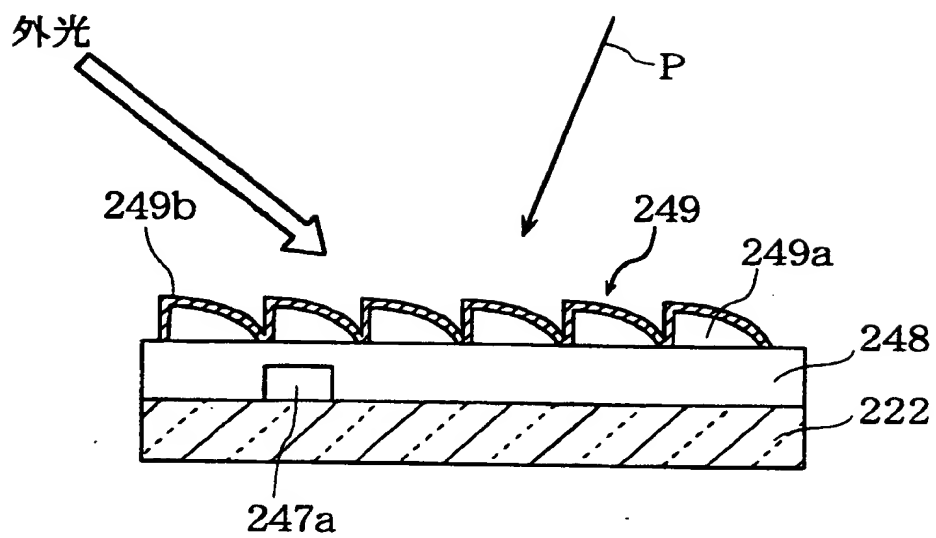
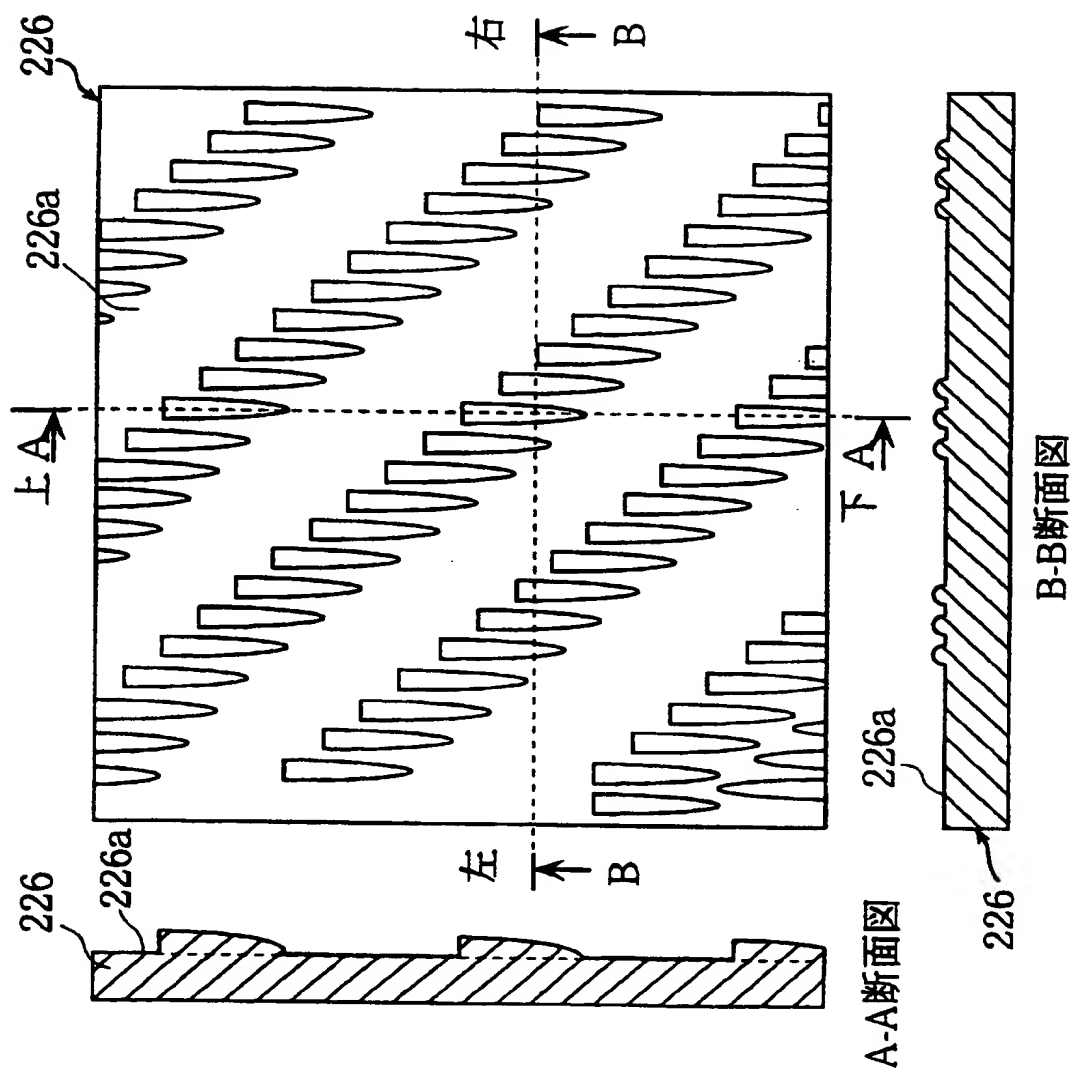


図18のA-A断面図

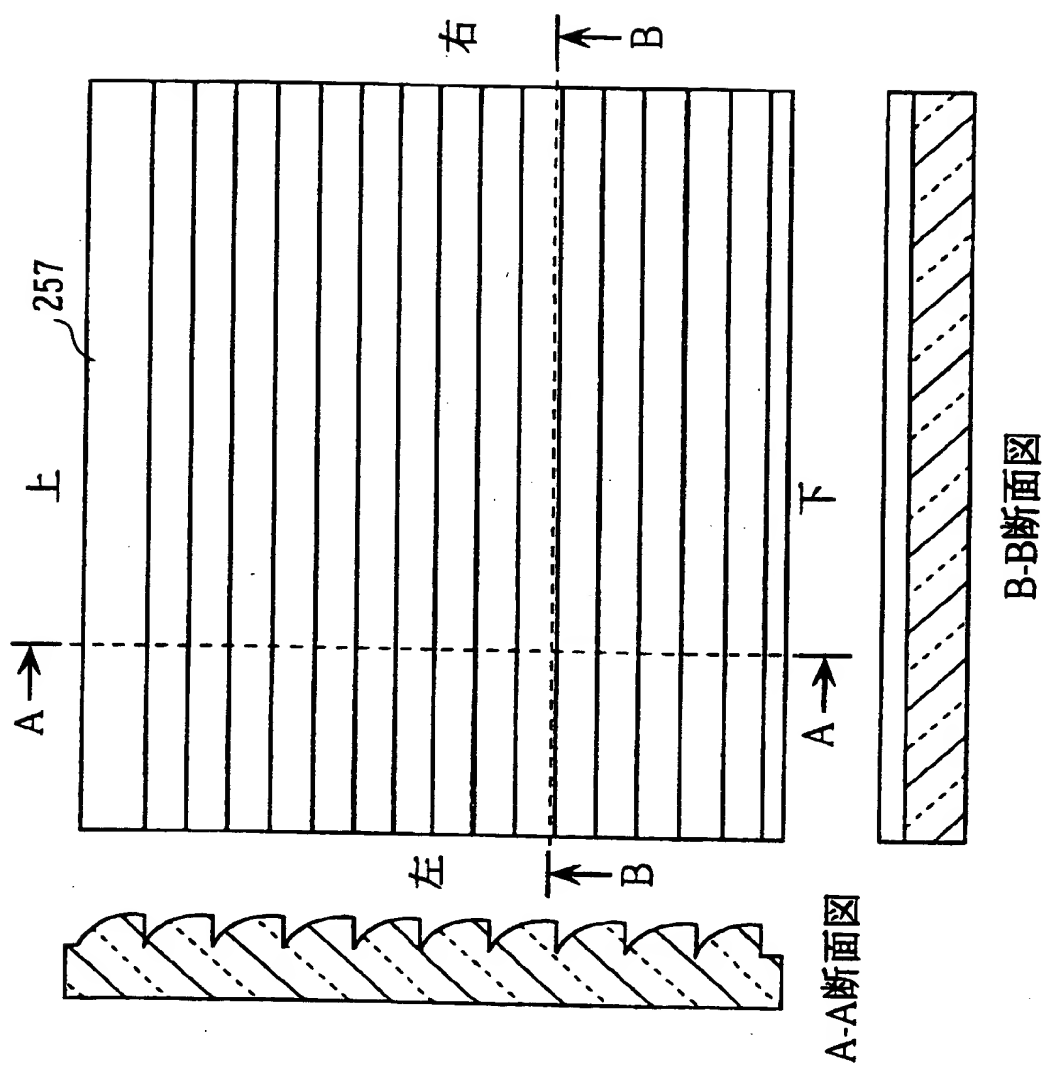
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図34



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

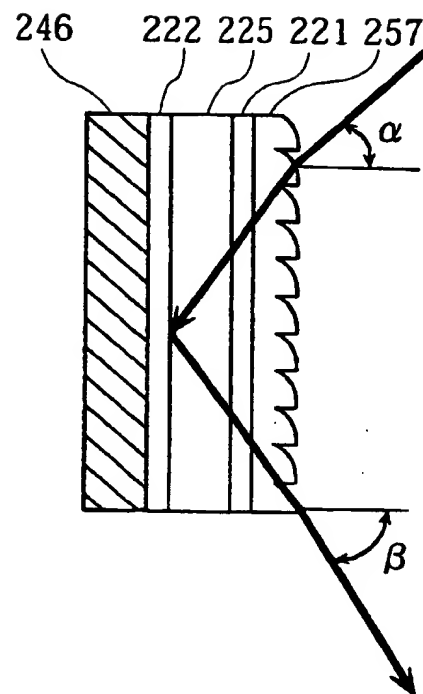
图35



**THIS PAGE BLANK (COPY)**

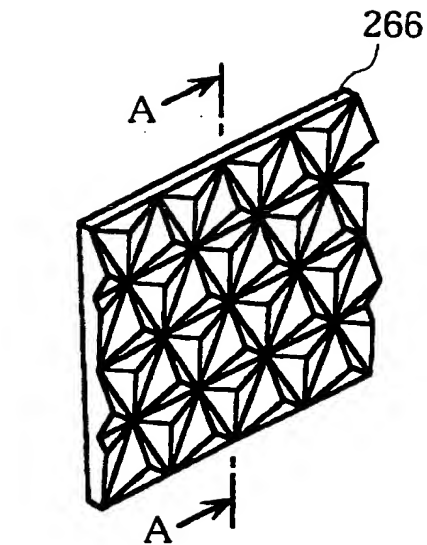


図36



**THIS PAGE BLANK (use top)**

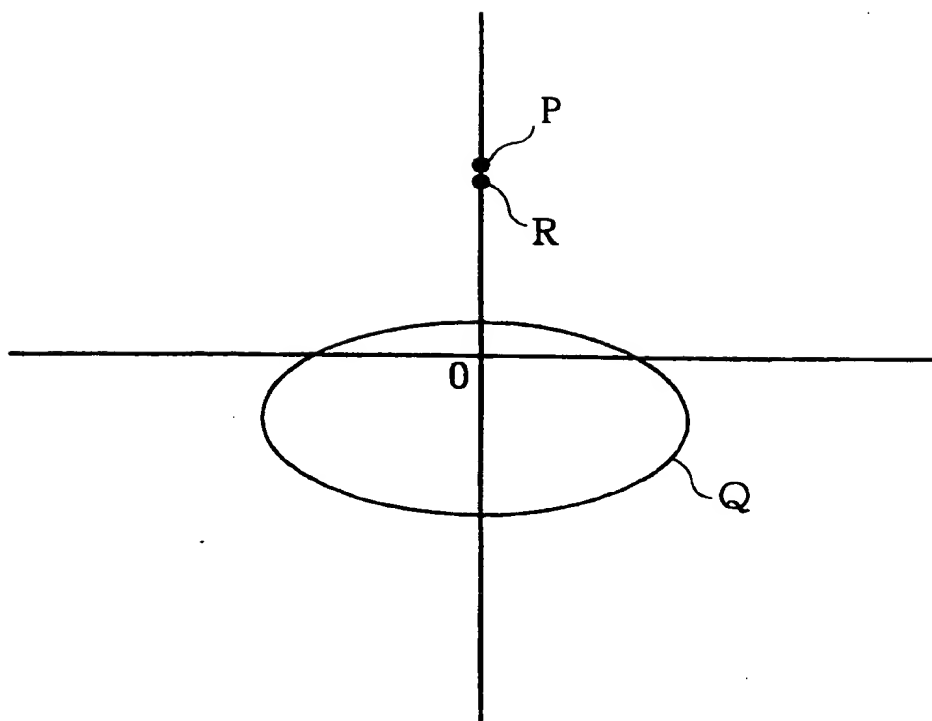
図37



A-A断面図

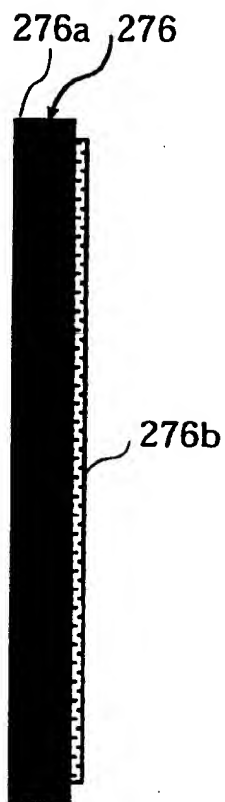
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図38

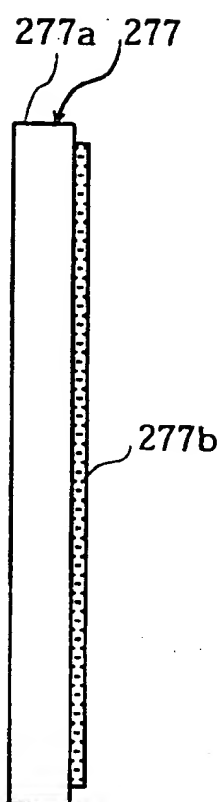


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

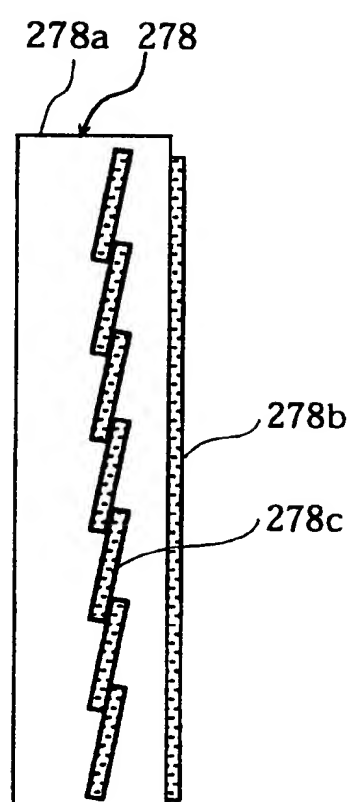
39



(a)



(b)

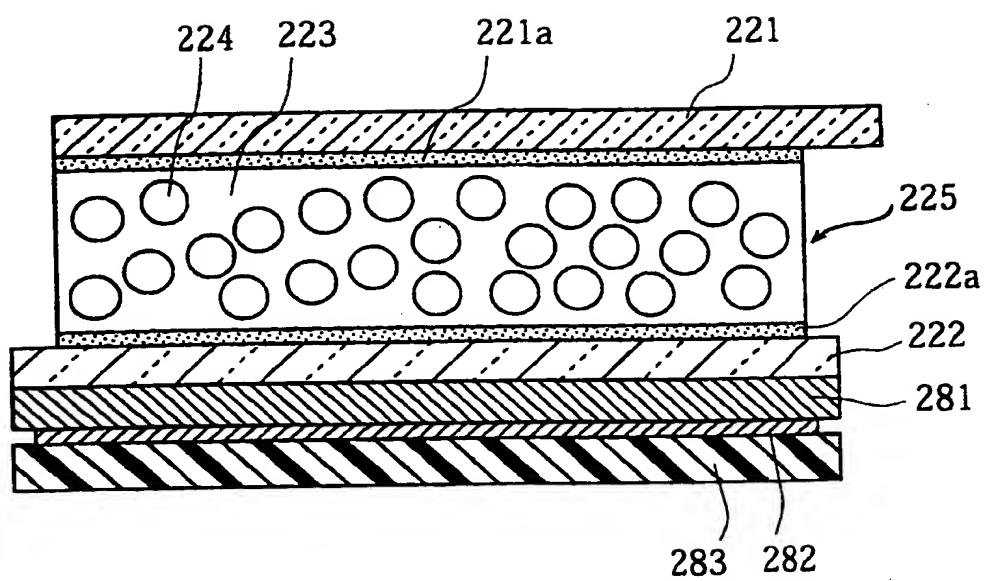


(c)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

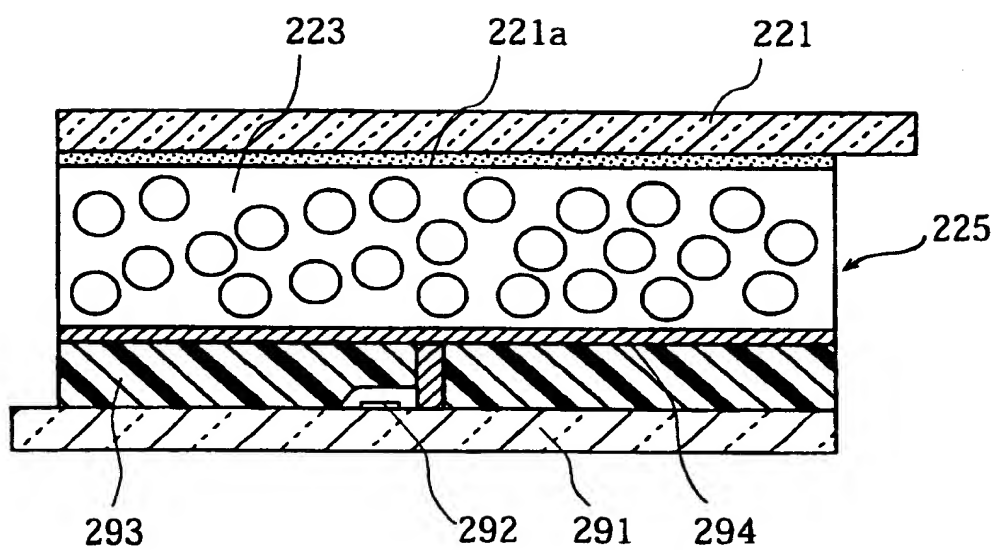


図40



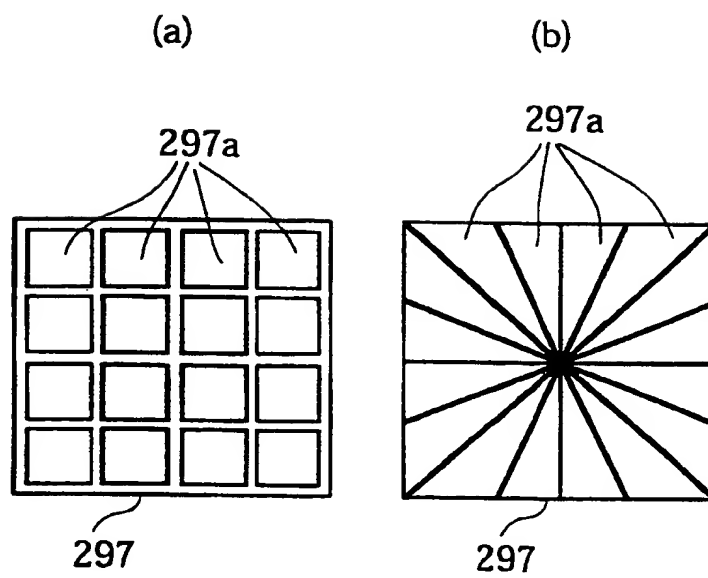
**THIS PAGE BLANK (user)**

☒ 41



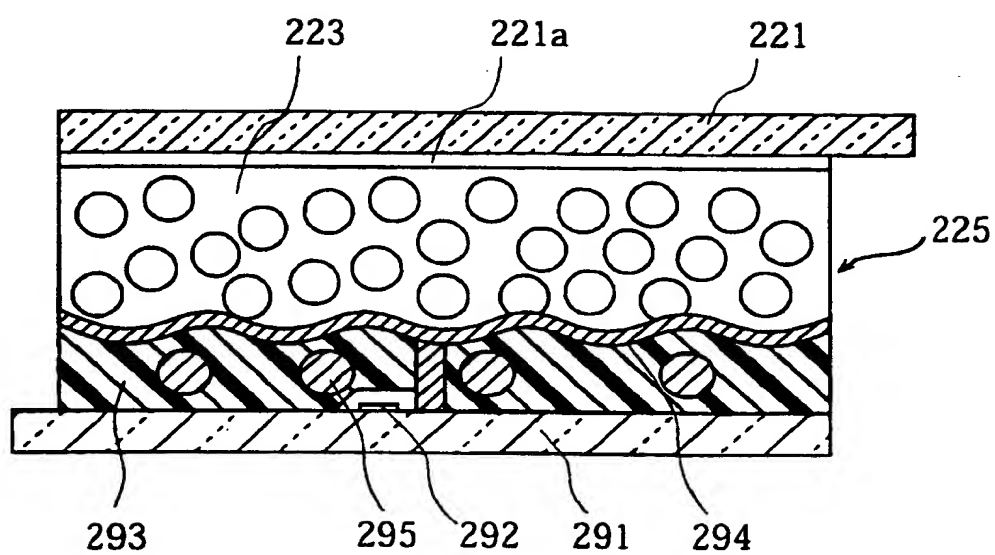
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図42



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

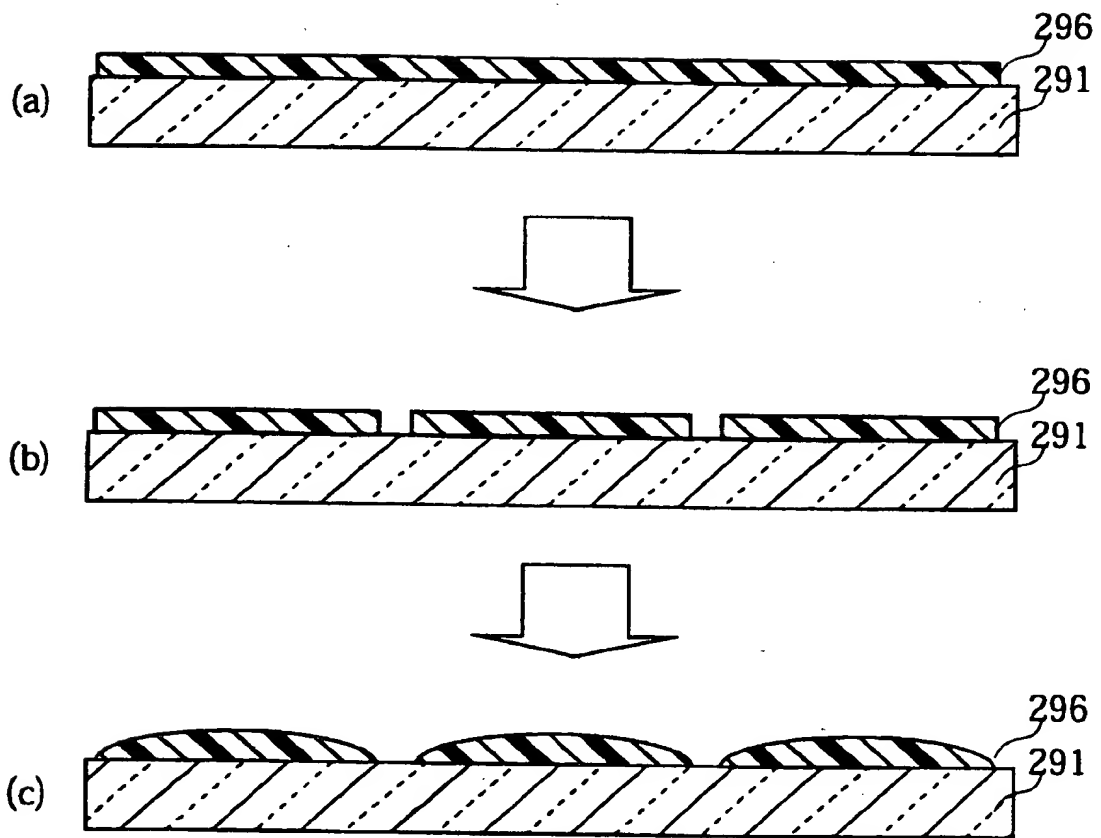
図43



**THIS PAGE BLANK (use top)**

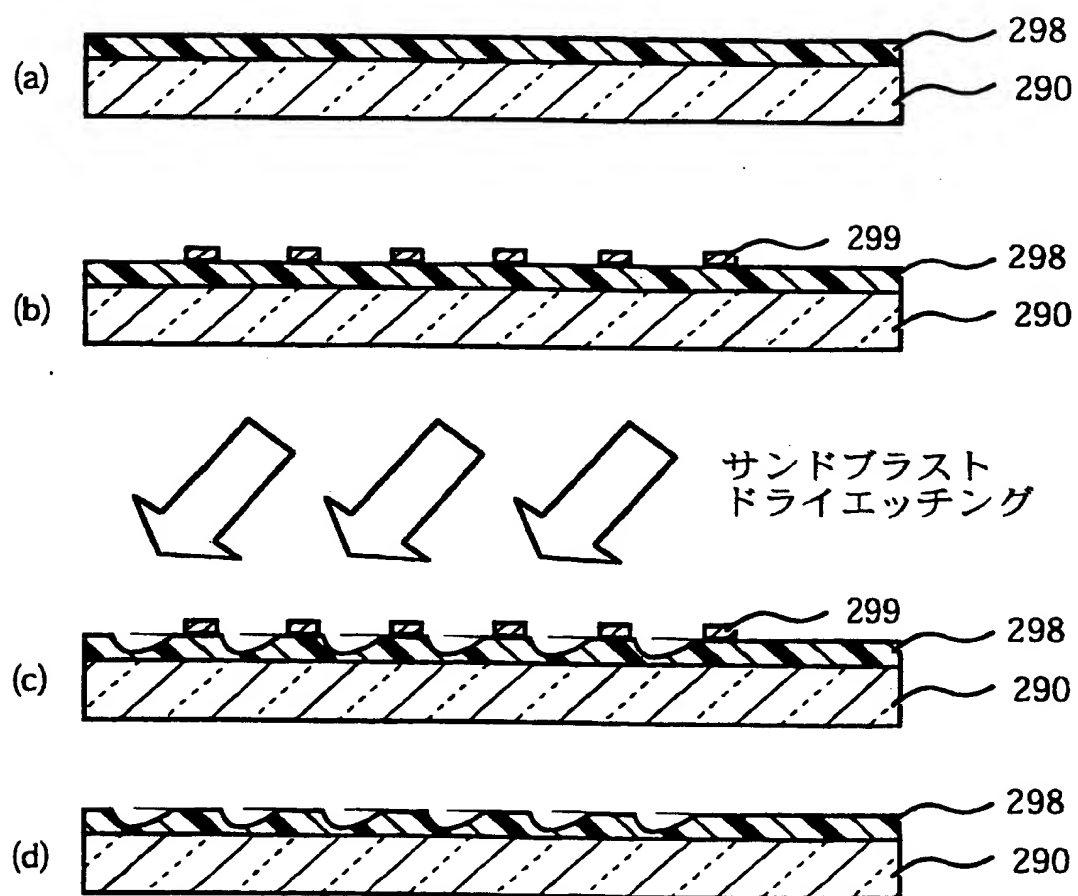


図44



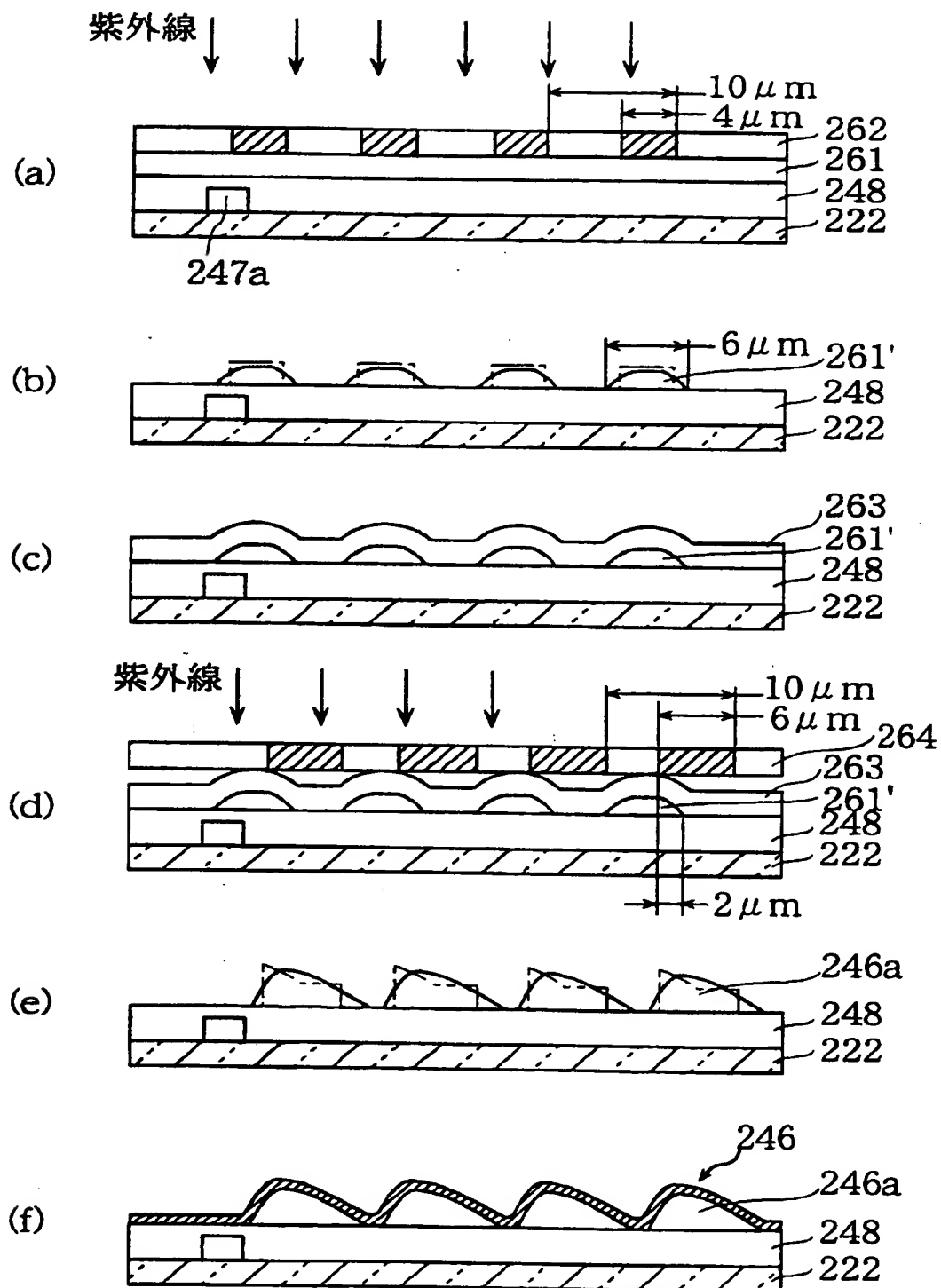
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図45



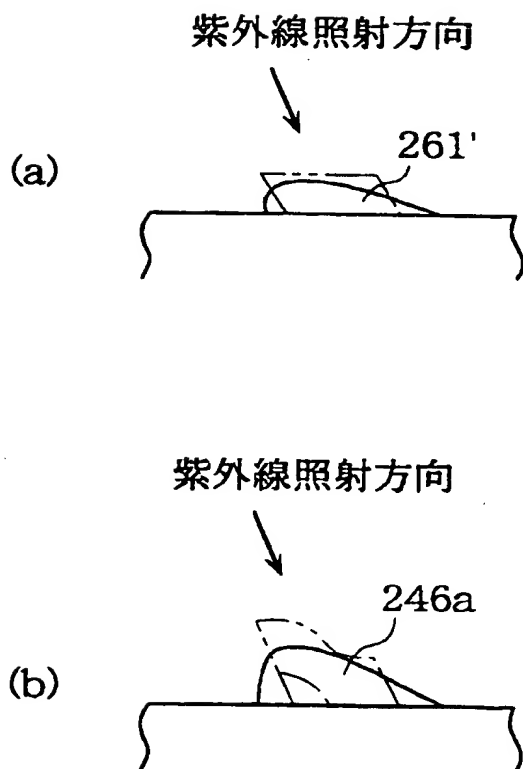
**THIS PAGE BLANK (USE TO)**

図46



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

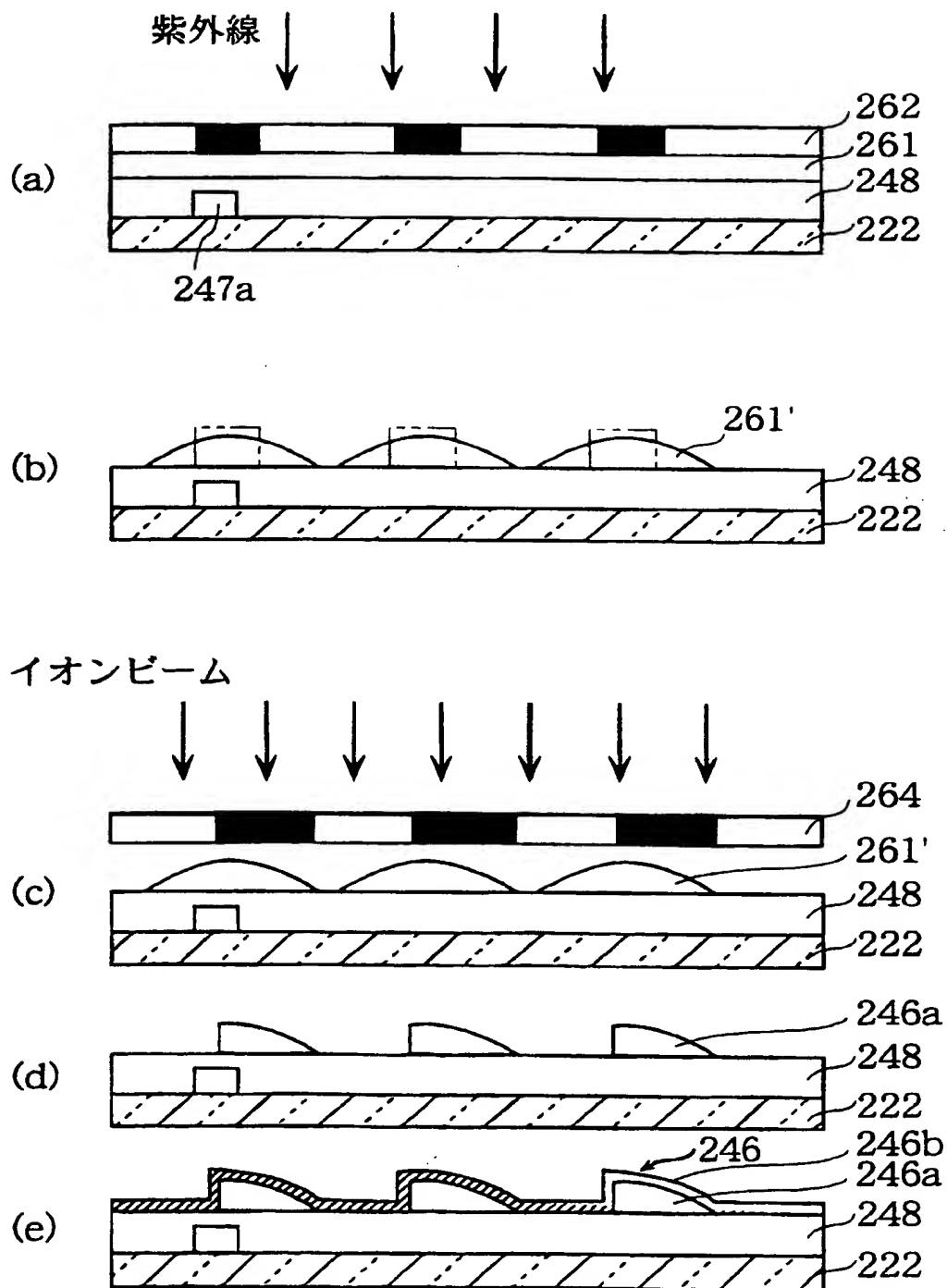
図47



**THIS PAGE BLANK (use to)**

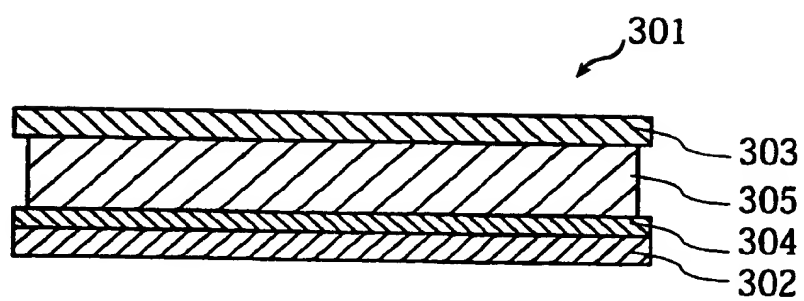


図48



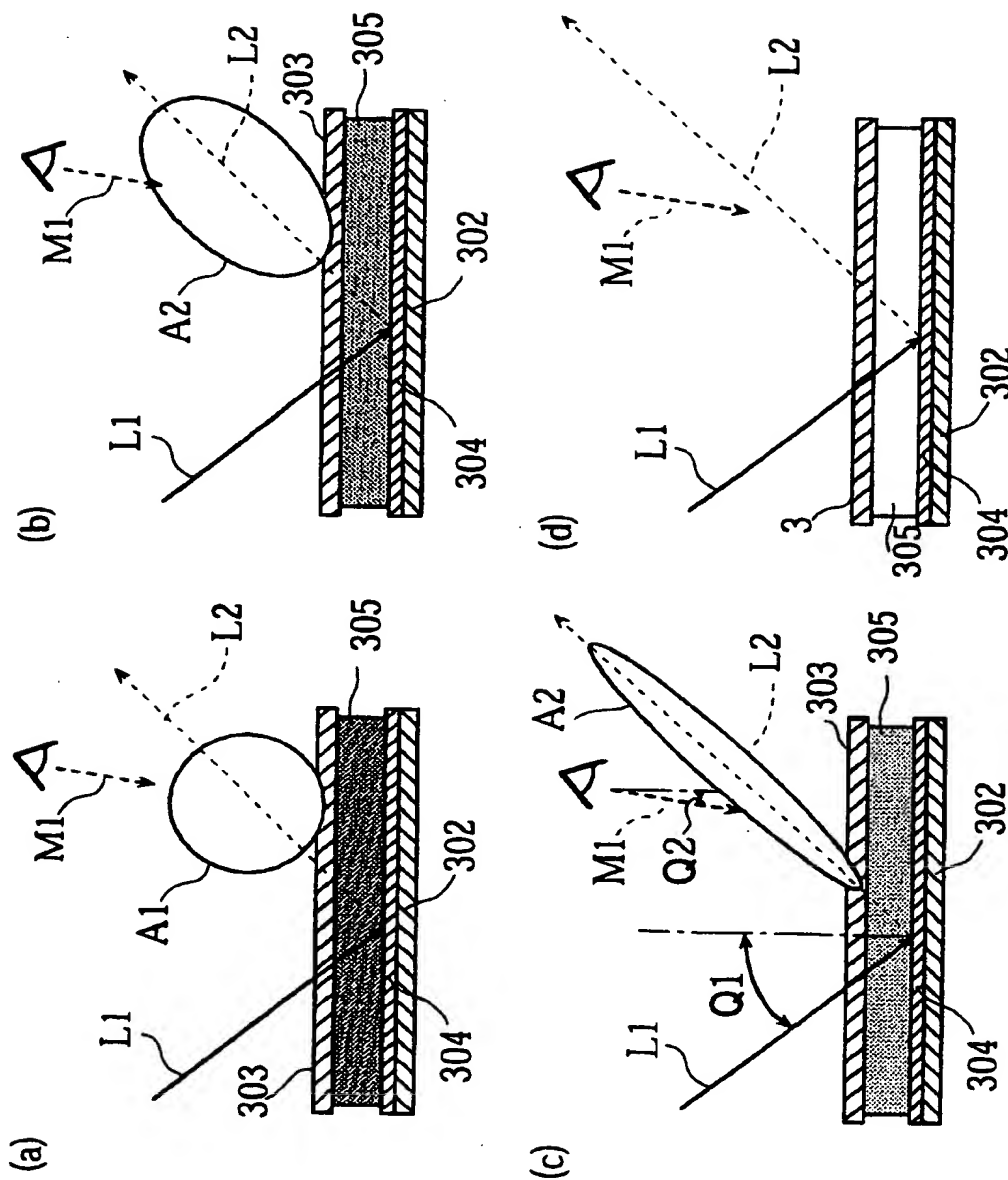
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図49



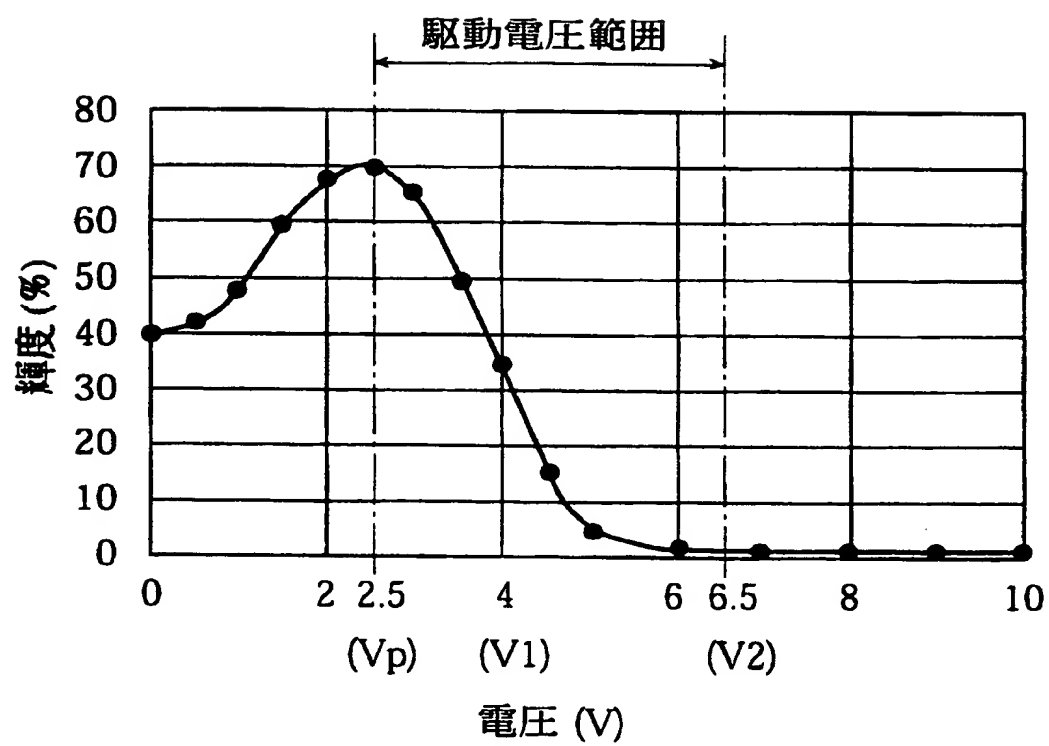
**THIS PAGE BLANK (user to)**

図50



**THIS PAGE BLANK (use top)**

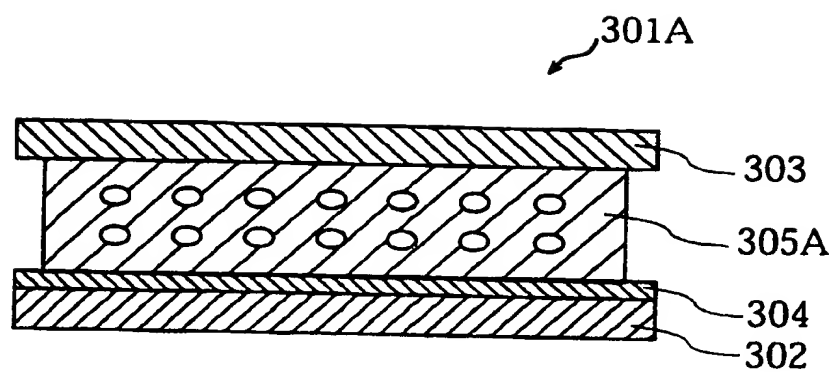
図51



**THIS PAGE BLANK (08/70)**

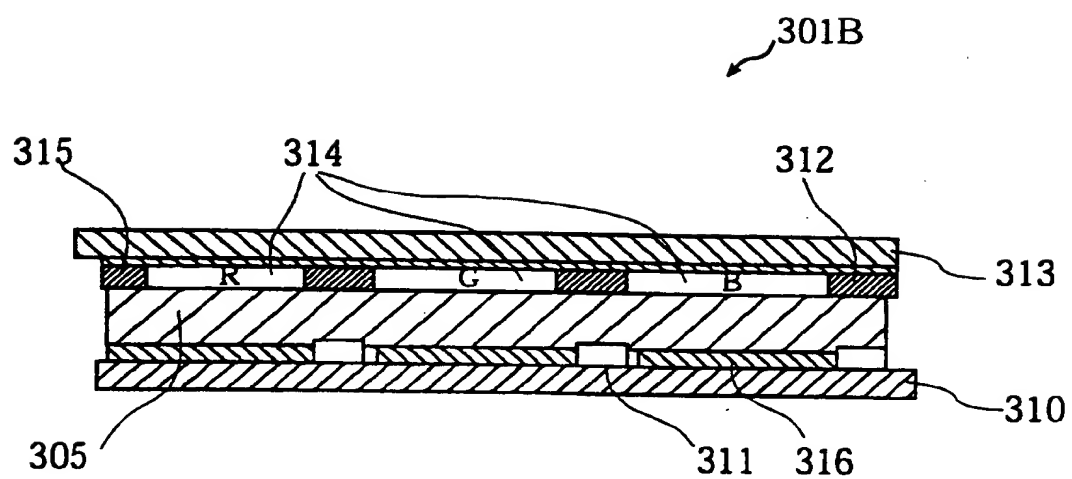


図52



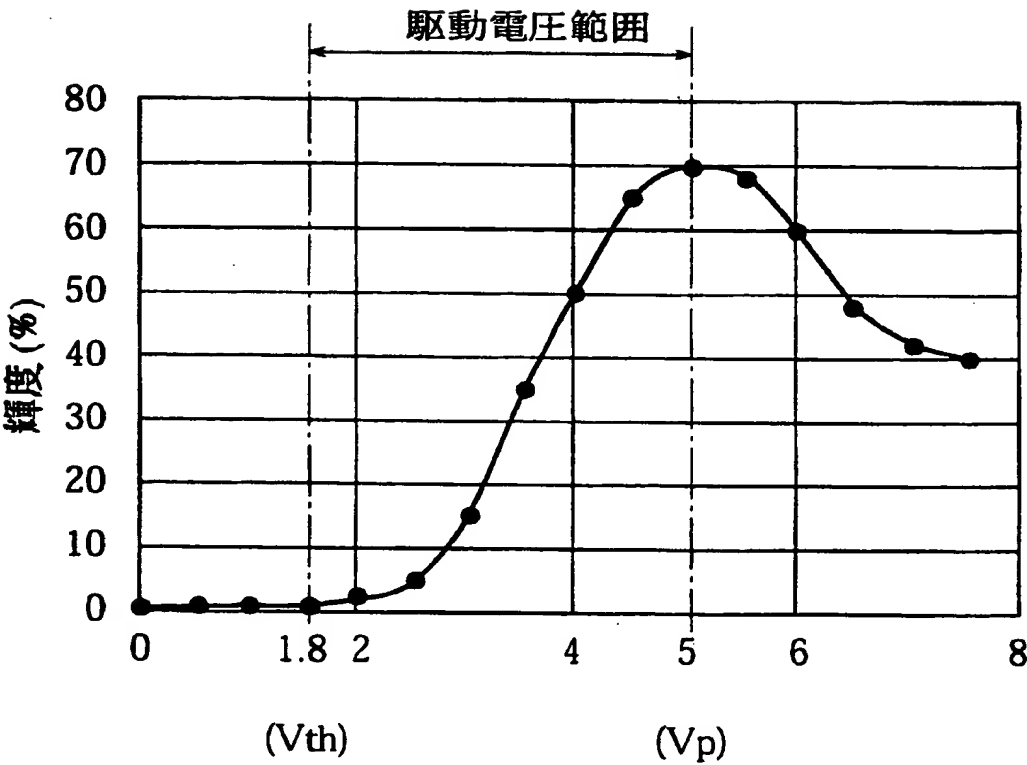
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

53



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

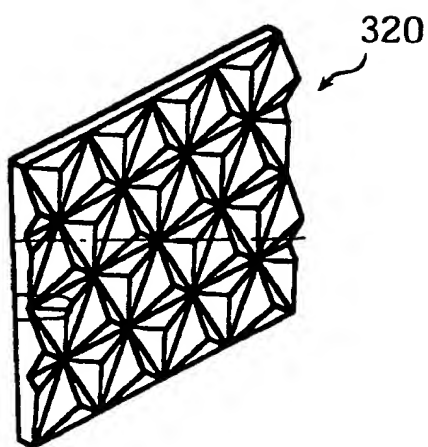
図54



電圧 (V)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

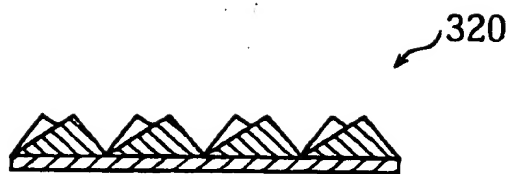
図55



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

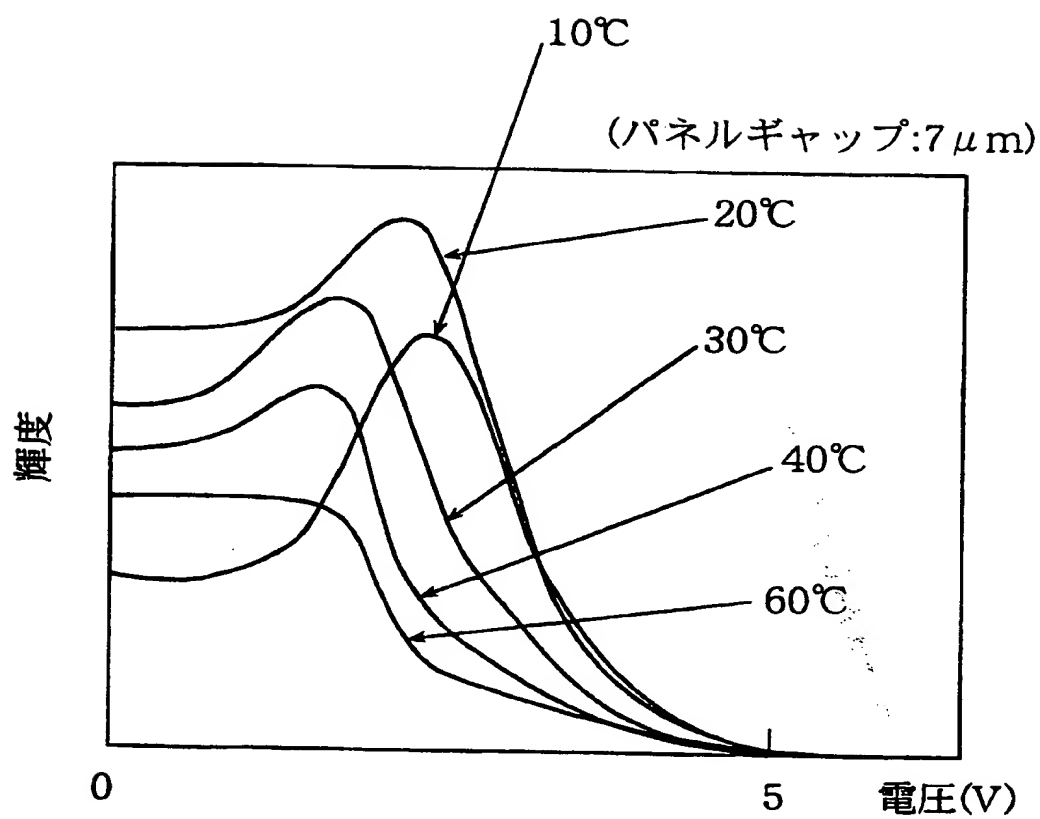


図56



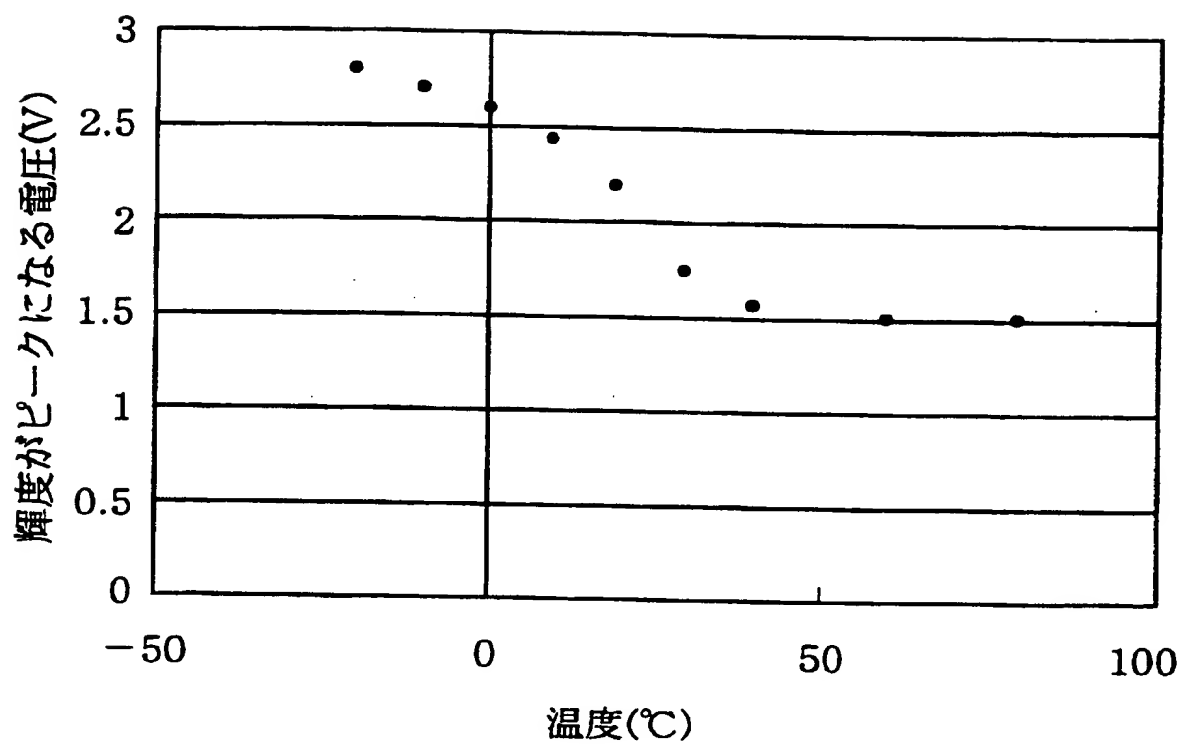
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図57



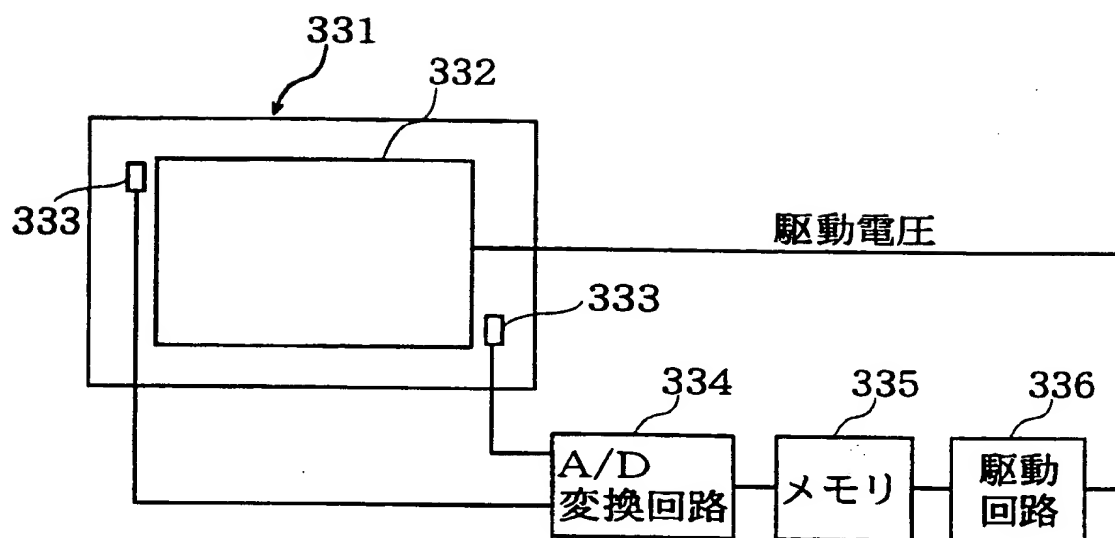
**THIS PAGE BLANK (user)**

図58



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

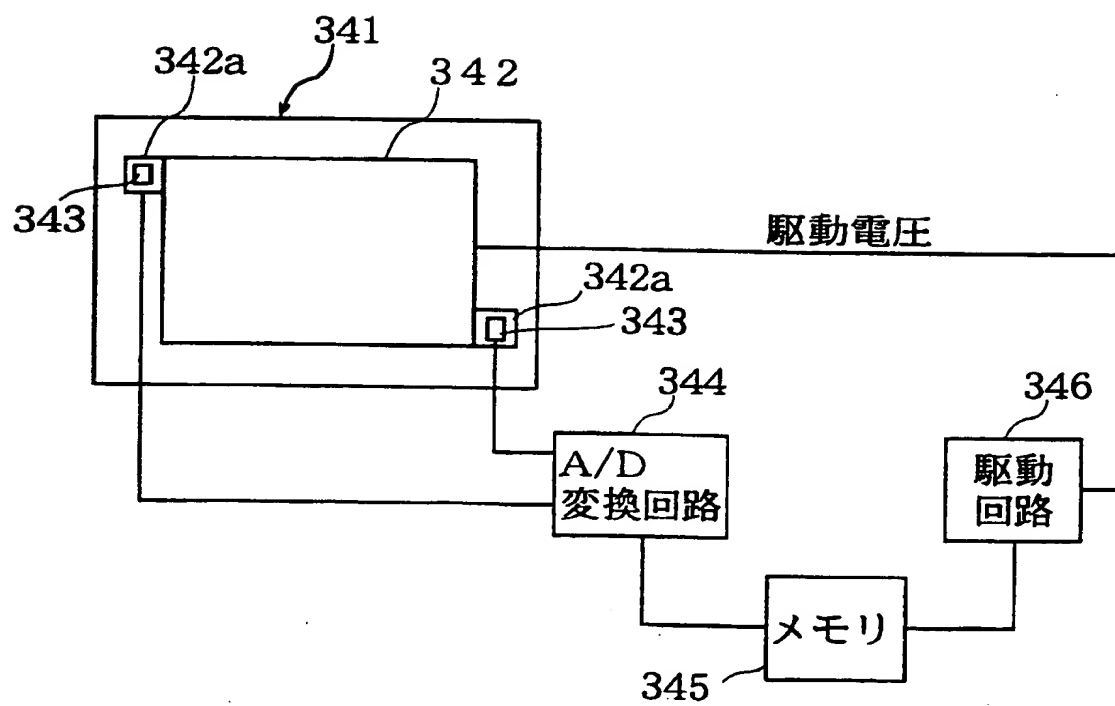
図59



**THIS PAGE BLANK (user)**

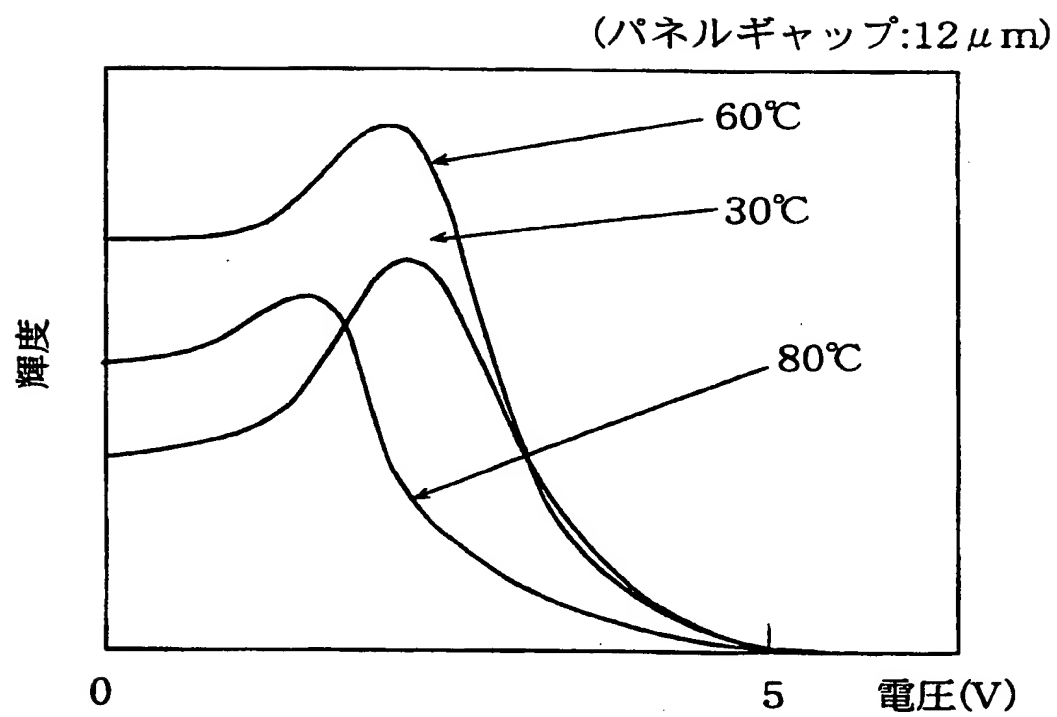


図60



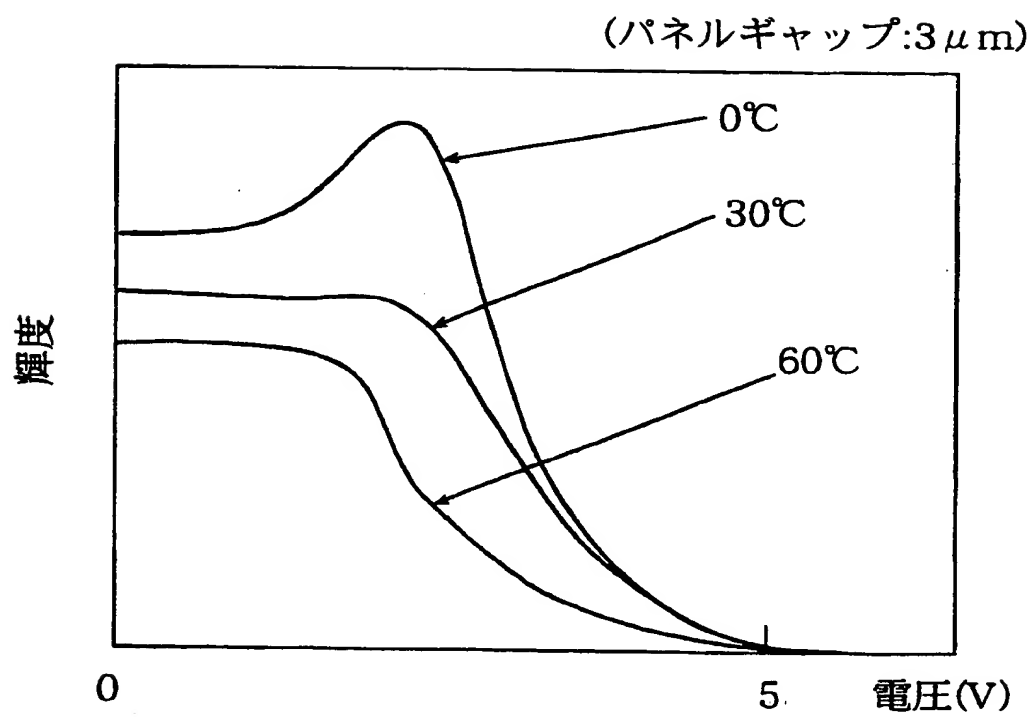
**THIS PAGE BLANK (use to)**

図61



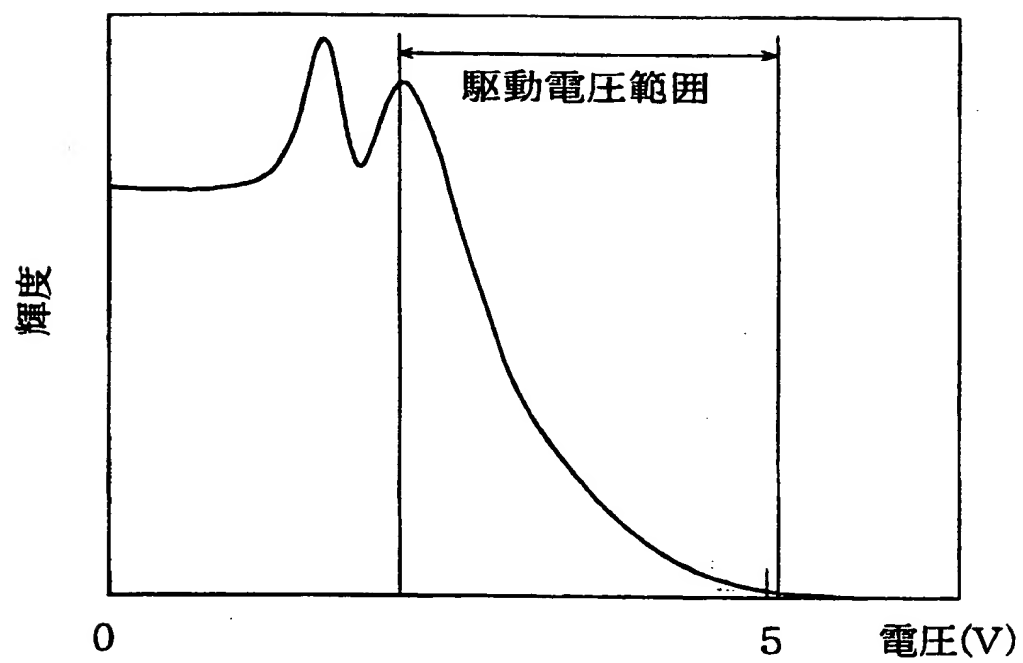
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図62



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

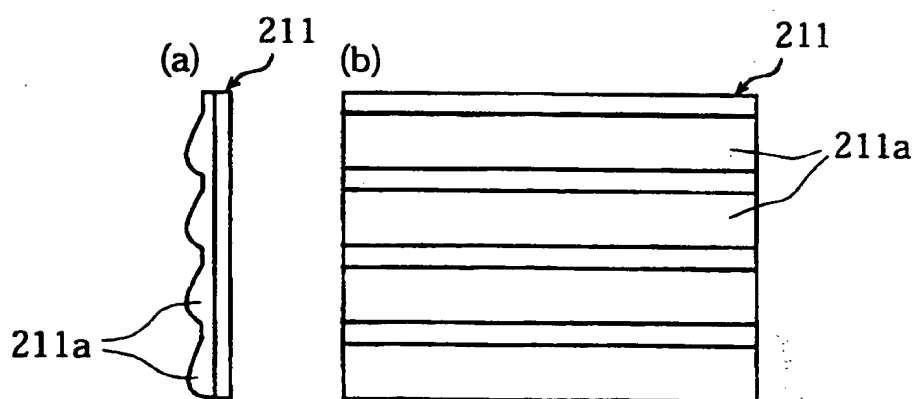
図63



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

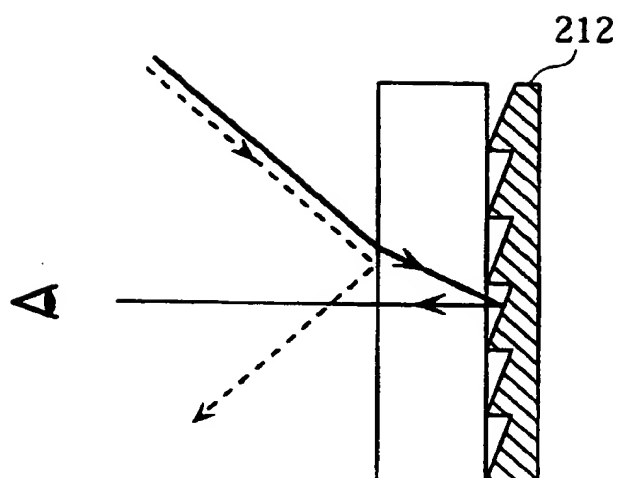


図64



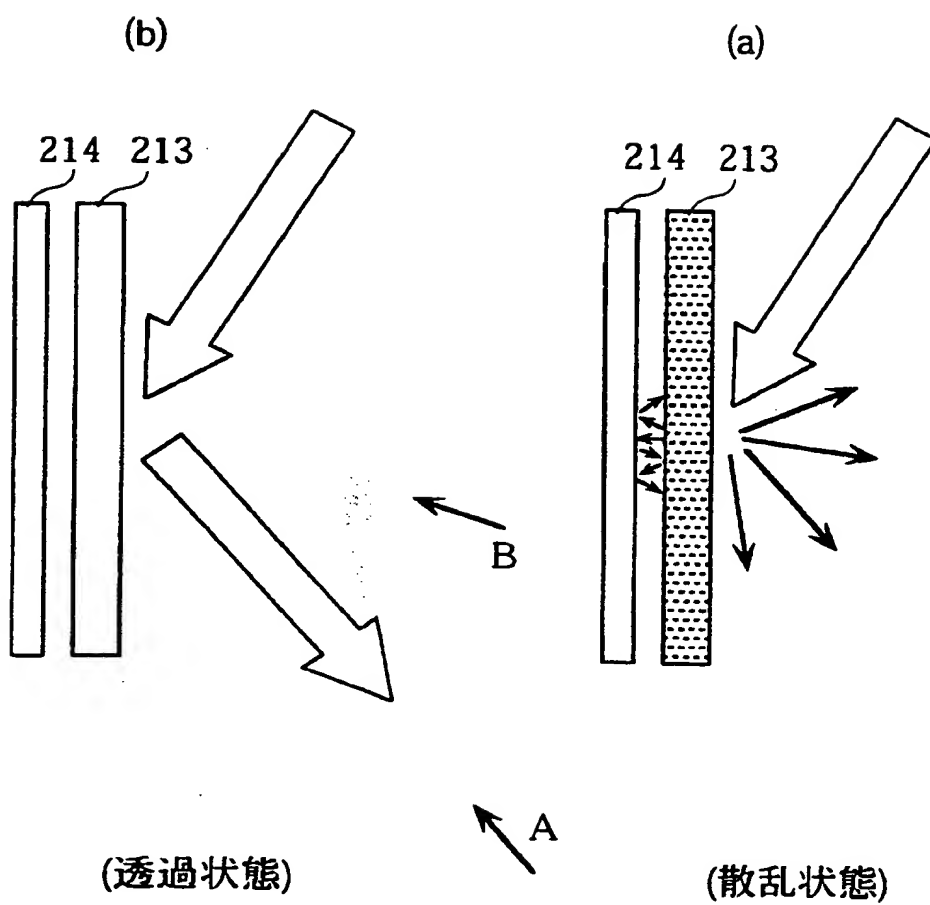
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図65



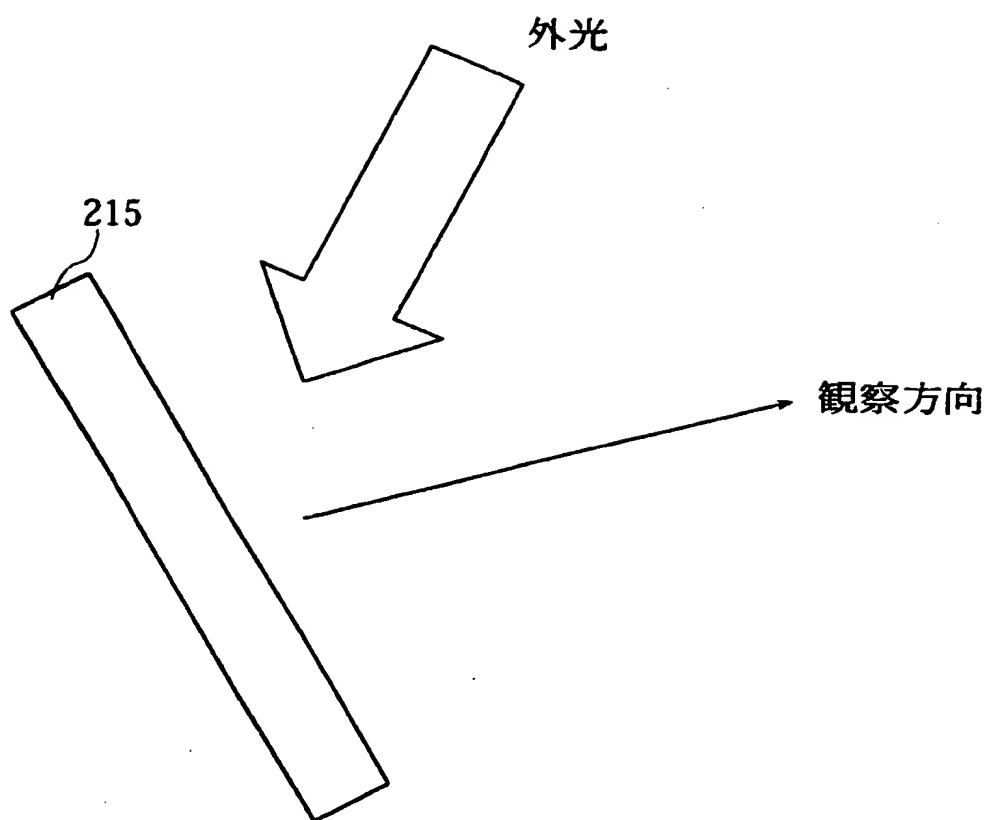
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図66



**THIS PAGE BLANK (user to)**

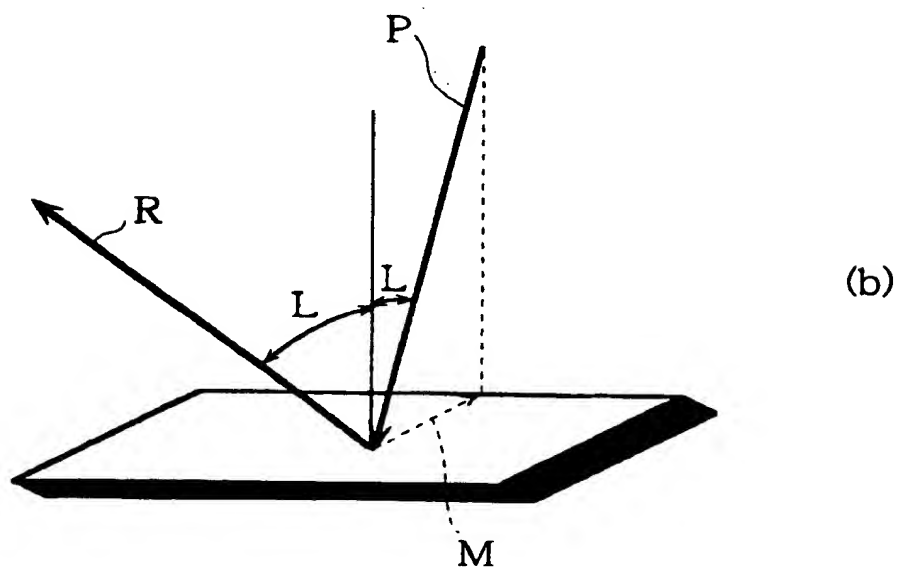
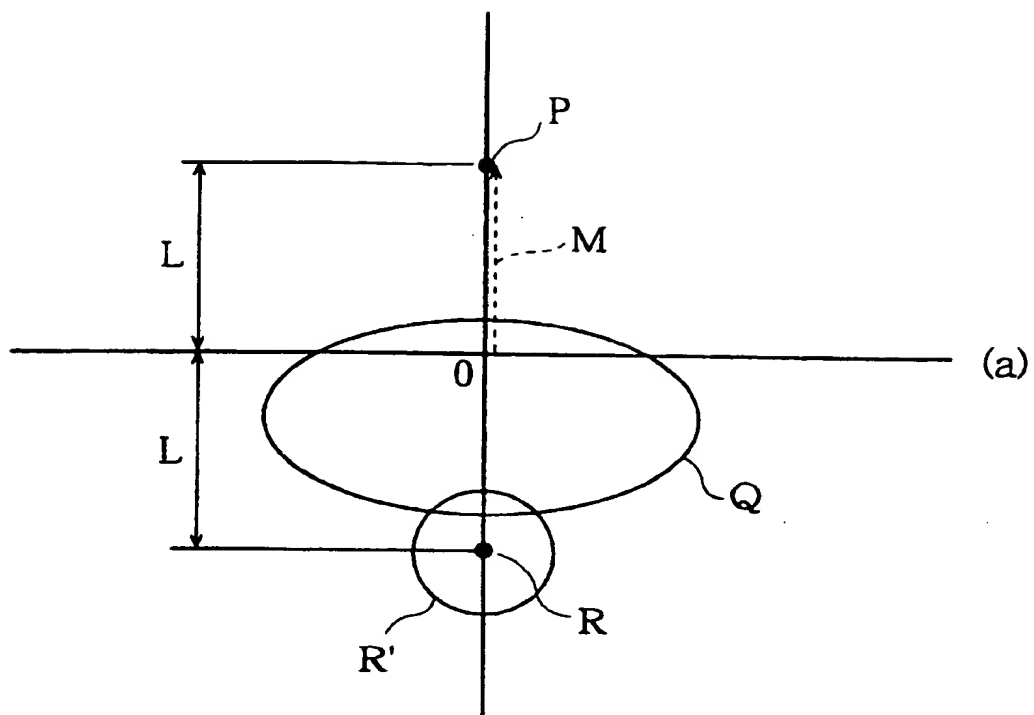
図67



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

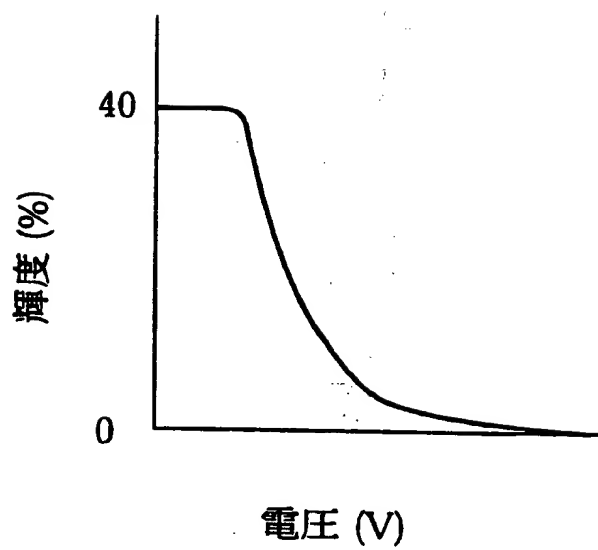


図68



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図69



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**